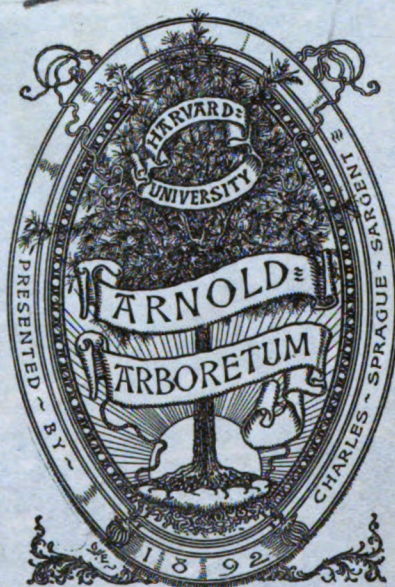
Atti

Università di Pavia Istituto botanico e laboratorio crittogamico

ATTI

DELL'

ISTITUTO BOTANICO

DELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA

REDATTI DA

GIOVANNI BRIOSI

Professore di Botanica nell'Università e Direttore della Stazione di Botanica Crittogamica.

II Serie

Volume Ottavo

Con 16 tavole litografate e un ritratto.

Seguito dell'*Archivio Triennale del Laboratorio di Botanica Crittogamica.*

MILANO

TIPO-LIT. REBESCHINI DI TURATI E C.

1904.

Agostino Bassi

ISTITUTO BOTANICO DELLA R. UNIVERSITÀ DI PAVIA

E

LABORATORIO CRITTOGAMICO ITALIANO

DIRETTI

da GIOVANNI BRIOSI.

È ORNAMENTO di questo ottavo volume degli *Atti* del nostro Istituto l'immagine di un lombardo che onorò altamente l'Italia ed a cui si devono idee geniali e metodi di ricerca di tanta importanza da costituire le fondamenta a nuovi rami della scienza.

Ornai il volume quinto coll'effigie di Carlo Vittadini; ad essa ora aggiungo quella di Agostino Bassi da Lodi la cui operosità scientifica in parte si rannoda a quella del Vittadini, anzi la precede.

Agostino Bassi [1] non fu un botanico nel senso comune della parola e nemmeno uno scienziato di professione, ma le sue molteplici ricerche, in diversi rami della patologia vegetale, [2] sopratutto quelle sul *mal del Calcino del baco da seta,* [3] lo dimostrano un osservatore acuto, uno sperimentatore abile, rigoroso e tenace, uno di quei studiosi modesti e geniali che aprono nuove e larghe vie d'investigazione allo scibile umano.

Le sue scoperte rimasero per lungo tempo neglette e sconosciute, come di frequente avviene delle cose italiane, le quali presto e volentieri vengono dimenticate e talvolta sepolte, e quando risorgono, spesso, servono solo a dar vita e sviluppo a tardivi germi stranieri.

Per buona ventura l'opera del Bassi trovò in questi ultimi anni ricercatori e difensori valenti nei professori: S. Calandruccio, [4] A. Monti, [5]

---

[1] A. BASSI nacque su quel di Lodi nel 1773, si laureò in legge a Pavia nel 1798 e morì nel 1856.

[2] Vedi in fine, l'elenco delle sue opere.

[3] *Del mal del segno, Calcinaccio o moscardino, malattia che affligge i bachi da seta, e sul modo di liberarne le bigattaie anche le più infestate — opera del dott. Agostino Bassi di Lodi, la quale oltre a contenere molti utili precetti intorno al miglior governo dei filugelli tratta altresì delle* ***malattie del Negrone e del Giallume.*** — Parte teorica, Lodi, 1835. — *Idem.* Parte pratica, Lodi, 1836.

[4] AGOSTINO BASSI di Lodi, il fondatore della teoria parassitaria e delle cure parassiticide. — Catania. 1892.

[5] I dati fondamentali della patologia moderna. — Torino, 1898.

Bernardino Silva [1] che ne rivendicarono i meriti sommi e li misero in luce.

Il *mal del Calcino* produceva ogni anno danni per decine di milioni di lire, ed il Bassi collo scoprirne la causa, ed insegnare il modo di combatterlo, rese invero un grande servizio all'agricoltura, ed un più grande ancora alla scienza, poichè le osservazioni, le sperienze, le considerazioni, gli insegnamenti teorici e pratici tanto sul *mal del Calcino*, quanto sulle principali malattie parassitarie, largamente disseminati nelle sue Memorie, lo indicano come il fondatore della moderna teoria parassitaria e della dottrina antisettica.

Molte delle pratiche migliori, delle avvertenze, delle precauzioni e persino il metodo fondamentale di ricerca, che trovansi descritti nei moderni Trattati di parassitologia e bacteriologia, sono indicati o svolti nei suoi lavori con tanto acume e tanta chiarezza e con sì sano criterio scientifico che si direbbero scritti oggidì e non nel 1835, anno nel quale il Bassi riassumeva nell'opera sopracitata le risultanze di 28 anni di ricerche indefesse, incominciate sin dal 1807 e continuate per quasi tutta la vita, nonostante vivesse nelle strettezze, avesse a lottare con una malattia agli occhi gravissima e non tenesse nè laboratorio nè aiuti speciali.

È il Bassi che pel primo dimostra l'esistenza nell'aria di parassiti causa di malattie infettive e contagiose e prova che non vi è altro modo di combatterli salvochè distruggere gli stessi parassiti.

È il Bassi che insegna il metodo per istudiare tali morbi e per difendersene.

È il Bassi che pel primo dimostra come una data materia vegetale viva introdotta in un organismo vivo e sano può produrre una determinata malattia.

Egli parlando del *Calcino* dei bachi scrive [2] " che tale male è or-
" ganizzato, vivente e vegetabile, che è una pianta parassita, una pro-
" duzione fungosa, che questa pianta crittogama non si sviluppa, non
" cresce, e non si moltiplica che nell'animale vivo, e non mai nel morto,
" e soltanto nel genere dei bruchi, e non fruttifica, o almeno non ma-
" tura i suoi semi, se non spento l'animaletto che l'ha nodrita. „

Ed a chi gli obbiettava, che il contagio calcinico poteva *esistere non in una proprietà essenziale al crittogamo da lui indicato quale apportatore del male, ma bensì in una sostanza incognita associata allo stesso*

---

[1] Agostino Bassi, fondatore della teoria parassitaria e parassiticida od antisettica. — Lodi, 1901.

[2] O. c., pag. 49.

vegetale parassita, egli rispondeva: " Io avrei potuto torre di mezzo più
" volte tale questione, decidere cioè se il riferito contagio esista nella
" facoltà riproduttiva del singolare crittogamo da me annunciato, come
" io opino, o piuttosto in una sostanza estranea a questa pianta e da
" essa attinta dal baco affetto dal *mal del segno* come altri si pensano.
" E ciò avrei potuto dopo d'aver scoperta la detta mucedinea come
" causa produttrice del detto morbo; quando questo vegetabile si rige-
" nerasse per anco sopra altri corpi organici od inorganici, poichè ri-
" prodotto successivamente più volte in altri animali vivi, o morti,
" fuori dei bruchi, o sopra sostanze inorganiche, e quindi riportato dopo
" molte produzioni nel filugello, avrei potuto scorgere se il crittogamo
" in discorso, rigenerato come sopra, suscitava nel baco da seta ancora
" la stessa malattia detta *Calcino* o *Mal del segno,* il che succedendo
" sarebbe stato dimostrato, a non più dubitarne, che il contagio di cui
" si tratta consiste realmente nella potenza riproduttrice della pianta
" stessa i cui germi introdotti nel corpo dei bruchi si schiudono, escono,
" si riproducono e cagionano così col movimento loro vegetativo o al-
" trimenti la riferita malattia. „ [1]

Ebbene, non è questo in fondo il metodo che oggidì noi impieghiamo per riprodurre e studiare le malattie parassitarie servendoci appunto, come il Bassi, dell'inoculazione di germi ottenuti con trasporti e successive colture?

Anche il principio dell'*attenuazione*, base della moderna sieroterapia, trovasi indicato, anzi applicato dal Bassi, il quale sino dal 1835 in base alle sue sperienze conclude: *il germe moscardino è tanto più virulento quanto più è recente, ossia meno distante dall'epoca della sua nascita* (O. c. pag. 33).

L'indebolimento del germe contagioso in qualunque modo avvenga, o altro difetto suo proprio, contraria lo sviluppo, l'incremento e la riproduzione del medesimo.... (p. 37).

Studia anche l'azione del calore e scrive: *quanto più la temperatura è elevata, più rapido è lo sviluppo e l'incremento del terribile parassita nel soggetto invaso, più breve il periodo della malattia e più sollecita la morte poichè più energica l'azione della vita dell'ente invasore. La bassa temperatura produce effetti opposti sino a richiedere venti e più giorni ad uccidere le ninfe* (p. 34).

Al Bassi, per altro, le colture tentate fuori degli animali vivi sopra corpi sì *organici* che *inorganici* non riuscirono, onde egli concluse che la sua crittogama parassita non si poteva riprodurre all'*infuori dei bruchi vivi.*

[1] *Memoria in addizione all'opera sul Calcino.* — Seconda ediz., p. 3, 1837.

Il Bassi quindi intuì anche il metodo delle *colture saprofitiche*, anzi lo applicò, poichè ebbe a coltivare il suo parassita *su metallo, su vetro, su avorio ed altro*, ma non ebbe a continuare con tali sperienze perchè esse non gli corrisposero.

Il merito quindi delle colture, dei trasporti e delle inoculazioni dei germi parassiti spetta interamente a lui che li fece sviluppare in varie specie d'insetti e poi li riportò di nuovo sul filugello, ma quello delle *colture saprofitiche*, che così larga messe ha fruttato alla micologia e bacteriologia moderna, va condiviso col Vittadini, suo coetaneo, il quale riprendendo le sperienze del Bassi dimostrò come la ***Botrytis paradoxa*** o ***B. Bassiana,*** causa del *Calcino,* potesse vivere e svilupparsi perfettamente *anche isolata e tolta all'influenza della vita sopra sostanze animali e vegetali* quali il miele, lo zucchero, la gomma, la mannite, l'itiocolla ecc.

Nel Cenno che accompagna l'immagine di Vittadini pubblicato nel vol. V di questi *Atti* ho detto che il Balsamo Crivelli *ha descritto e riconosciuto la* ***Botrytis Bassiana*** *come la causa del mal del Calcino* dei bachi da seta. La prima parte dell'affermazione è perfettamente vera, perchè dobbiamo al Balsamo la descrizione esatta della ***B. Bassiana,*** ma la seconda parte fu detta soltanto nel senso che il Balsamo Crivelli riconobbe la scoperta del Bassi, e non che a lui fosse dovuta.

GIOVANNI BRIOSI.

Dicembre 1903.

PUBBLICAZIONI DI AGOSTINO BASSI

Il Pastore bene istruito. — Milano, Destefanis, 1812.

Dell'utilità ed uso del pomo di terra e del metodo di coltivarlo. — Lodi, Pallavicini, 1817.

Osservazioni sull'opera del sovescio e nuovo sistema di coltura di G. A. Giobert. — Lodi, Pallavicini, 1819.

Sulla fabbrica del formaggio all'uso lodigiano nel luogo di Roncadello in Gera d'Adda. — Lodi, Orcesi, 1820.

Memoria sui nuovi metodi di vinificazione. — Lodi, Orcesi, 1823.

Lettera sui paragrandini del Dott. Agostino Bassi, di Lodi, diretta al Nobile Sig. C. V. di Milano. — Milano, Brambilla, 1823.

Nuova maniera di fabbricare il vino a tino coperto senza l'uso di alcuna macchina del Dott. Agostino Bassi di Lodi. — Lodi, Orcesi, 1824.

Analisi critica di quattro discorsi del Conte Carlo Verri intorno al vino ed alla vite. — Milano, Rusconi, in-8°, 1824.

Nuova maniera di fabbricare il vino a tino coperto senza l'uso di alcuna macchina. — Lodi, Orcesi, 1825 (seconda edizione).

Nuovi cenni intorno all'arte di fabbricare i vini; all'educazione dei filugelli e dei mori, ed altri oggetti agrari. Del Dott. Agostino Bassi, *in aggiunta agli scritti antecedenti già da lui pubblicati.* — Lodi, Orcesi, 1826.

Dei vini adulterati.

Del mal del segno, calcinaccio o moscardino, malattia che affligge i bachi da seta, e sul modo di liberare le bigattaie anche le più infestate, ecc.

Parte Prima: *Teoria.* — Lodi, Orcesi, 1835.

Parte Seconda: *Pratica.* — Lodi, Orcesi, 1836.

Idem. Nuova edizione pubblicata a Novara.

Idem. „ „ „ Milano 1837.

Idem. „ „ „ Torino.

Memoria del Dott. Agostino Bassi di Lodi in addizione alla di lui opera sul calcino in cui si espongono nuove pratiche e si rendono più facili e più economiche le già espostevi, unitevi le relazioni dei vantaggi ottenuti già da molti coltivatori dei bachi da seta coll'uso degli insegnamenti dell'autore ed altre notizie relative. — Milano, Molina, Marzo 1837.

Idem. Seconda edizione riveduta, corretta ed accresciuta. — Milano, Molina Maggio 1837.

Idem. Edizione di Novara, 1837.

Breve istruzione del Dott. Agostino Bassi di Lodi per evitare il danno che reca il calcino o mal del segno ai filugelli e per governare nel miglior modo questi utili animaletti onde poter trarne la maggior quantità di seta possibile. — Milano, Molina, 1839.

Sui contagi in generale e specialmente su quelli che affliggono l'umana specie. Altra delle tre memorie state presentate alla sesta riunione degli scienziati italiani in Milano. — Lodi, Wilmant e Figli, 1834.

Dei Gelsi ed in specie intorno al modo di prevenire, scoprire e curare la Gangrena che fa perire gran numero di questi alberi preziosi. — Lodi, Wilmant, 1844.

Il miglior metodo di fare e conservare lungamente i vini. — Lodi, Wilmant e Figli, 1844.

Tre nuove memorie da presentarsi e leggersi alla sesta riunione degli scienziati italiani, ecc. — Lodi, Wilmant e Figli, 1844 (riunite in un solo opuscolo).

Il vero e l'utile nell'educazione dei filugelli e dei gelsi. — 1845.

1.° *Discorsi sulla natura e cura della pellagra.* — 1846.

2.° *Sulla malattia contagiosa che attaccò l'anno scorso ed attacca tuttora in diversi stati d'Europa i pomi di terra e come si possa arrestarla.* — 1846.

3.° *Rimedi sicuri e pronti contro le febbri intermittenti.* — 1846.

4.° *Rimedio di pronta efficacia contro le scottature.* — 1846.

5.° *Rimedio contro le infiammazioni degli occhi.* — Milano, Chiusi, 1846.

Studi sul calcino dei bachi da seta. — 1848.

Osservazioni sugli studi dei Signori Guerin Mewerville ed Eugenio Robert intorno al calcino. — 1849.

Istruzioni intorno al modo di prevenire, curare ed allontanare per quanto è possibile il fatal morbo colerico. — Lodi, Wilmant e Figli, 1849.

Della conservazione, sviluppo, successivo incremento, riproduzione e distruzione dei germi degli esseri organici in generale, vegetali ed animali, e principalmente di quelli che sviluppansi nell'interno ed alla superficie di altri esseri pure organici viventi, animali o vegetali, nutrendosi degli umori di questi, detti perciò parassiti, i quali sono i veri produttori d'ogni specie di morbo contagioso. — Lodi, Wilmant e figli, 1851.

Il miglior governo dei bachi da seta ed il miglior modo di prevenire e curare il calcino e diminuire sempre più il danno che questo terribil morbo apporta agli stati. — Lodi, Wilmant e Figli, 1851.

Appendice del Cav. e Dott. Agostino Bassi all'ultima di lui produzione pubblicata nello scorso aprile, coi tipi Wilmant in Lodi, sotto il titolo " Il miglior governo dei Bachi da seta ed il miglior modo di prevenire e curare il calcino ".

Della più utile coltivazione dei bachi da seta. — 1851.

Istruzioni sicure per liberare le uve dalla malattia dominante che tanto vino già rapì sì all'Italia che all'estero. — Lodi, Wilmant e Figli, 1852.

Della natura dei morbi ossia mali contagiosi e del modo di prevenirli e curarli. — Lodi, Wilmant e Figli, 1853.

Il fatto parlante all'autore sul modo di ben governare i bachi da seta.

Cenni intorno al calcinetto. Negli *Annali di Agricoltura*, vol. X, pag. 187.

Molti ed importanti articoli sopra diversi giornali agrari del tempo.

INDICE DEL PRESENTE VOLUME

PARTE I.

PARTE II.

PREFAZIONE

In questo ottavo volume sono raccolte le resultanze dell'operosità scientifica dell'*Istituto Botanico dell'Università di Pavia*, il quale comprende anche il *Laboratorio Crittogamico*, esplicatasi negli ultimi diciotto mesi, cioè dal Luglio 1902 al Dicembre 1903.

Il volume è diviso in due parti; nella prima, sono contenute *note* e *memorie originali;* nella seconda, *Rassegne Crittogamiche;* le une e le altre si riferiscono esclusivamente a ricerce eseguite nel nostro Laboratorio.

Le *note* e le *memorie* appena compiute furono stampate, ed una parte delle copie rese subito di pubblica ragione sotto forma di *estratti* colla data della pubblicazione in fine di ogni *nota* o *memoria*; le copie rimanenti sono ora qui riunite a formare questo volume. Le *rassegne crittogamiche* sono di ricerce fatte sopra malattie di piante in servizio d'enti morali e di privati, tanto italiani che stranieri che al nostro Laboratorio si rivolsero per consigli durante l'anno 1902.

GIOVANNI BRIOSI.

Dicembre 1903.

PARTE PRIMA.

NOTE E MEMORIE ORIGINALI.

ISTITUTO BOTANICO DELLA R. UNIVERSITÀ DI PAVIA
(Laboratorio Crittogamico Italiano)
Diretto da G. Briosi.

INTORNO ALL'ASSIMILAZIONE CLOROFILLIANA

Ulteriori ricerche di Fisiologia vegetale

DEL
Dott. GINO POLLACCI.

MEMORIA II.
(Con tre tavole.)

Nella parte delle ricerche da me intraprese sopra l'assimilazione clorofilliana rese pubbliche due anni fa, potei constatare la presenza dell'aldeide formica nelle piante verdi e stabilire anche alcune condizioni necessarie alla sua formazione. [1]

Le conclusioni delle ipotesi del Liebig, Bayer, Reinke, Bach, ecc. venivano con questa determinazione ad avere una solida base.

Ma una breve analisi delle sopra riferite teorie rivela che, mentre esse così razionalmente spiegano la formazione degli idrati di carbonio (e la riproduzione artificiale ottenuta in laboratorio lo prova), al contrario la parte delle ipotesi riguardante il modo di formarsi dell'aldeide formica nelle cellule vegetali non sono punto persuasive.

Infatti Liebig, come è noto, ammette la formazione dell'aldeide per riduzione dell'acido corrispondente, ma non ci dice quale sia l'agente

[1] Pollacci G., *Intorno alla presenza dell'aldeide formica nelle piante. Nota preliminare*, in *Atti Istituto Lombardo*, 1899.
— *Intorno all'assimilazione clorofilliana.* Memoria Iª, con 6 figure, in *Atti Istituto Botanico di Pavia.* Vol. VII, 1899.

riduttore; il Bayer, Reinke, Bach, ammettono che l'aldeide formica si formi per riduzione, il primo del biossido di carbonio e d'acqua; gli altri dell'acido carbonico; ma questa riduzione dovrebbe essere operata secondo loro dalla diretta energia solare.

Ora è poco ammissibile che questa scomposizione sia operata dalla semplice luce; essa a me pare debba attribuirsi alla potente forza riduttrice di un corpo finora ignoto esistente nell'interno delle cellule vegetali, nato probabilmente per combinazioni o fermentazioni, che hanno luogo nella cellula.

Ripensando alle varie sostanze riducenti che si possono trovare nell'essere vegetale, e specialmente considerando che mediante l'elettrolisi dell'acido carbonico, il chimico ottiene in laboratorio l'aldeide formica per azione secondaria dell'idrogeno nascente (formatosi per elettricità) sopra l'acido carbonico, [1] ho subito pensato che l'agente riduttore esistente nelle cellule verdi debba essere l'idrogeno libero, ed ho cercato di dimostrarne la sua presenza nei vegetali.

Potendo accertare l'esistenza od emissione di idrogeno libero nelle piante, si capisce facilmente che tale fatto renderebbe cosa facile lo spiegarsi il modo di formazione dell'aldeide formica nelle cellule vegetali.

Prima di passare alla descrizione dei risultati delle mie esperienze, credo cosa utile fare notare i seguenti fatti riscontrati da diversi osservatori in ricerche aventi per la massima parte scopi diversi da quelli propostimi, ma che pure confermano quanto io intendo dimostrare, e che, rimasti finora in parte insoluti, trovano una spiegazione nel risultato delle ricerche mie.

***

Gli olandesi Deiman, Paats, Van Troat, Scryek e Lauwerenburg, nel 1797, [2] in una lettera indirizzata a Von Mons e riguardante l'azione che il vapore emanante dal mercurio esercita sopra le piante, annunciarono che le foglie di queste, in ambiente chiuso dove trovisi del mercurio, in poco tempo si coprono di tacche scure, e verso il sesto giorno

---

[1] Bach A., *Sur la corrélation entre la réduction par l'hydrogène naissant, l'électrolyse et la photolyse de l'acide carbonique*, in *Comp. Rend. Acad. Paris.* Tome CXXVI, 1898.

[2] *Action du mercure sur la vie végétale. Lettre du citoyen Lauwerenburg à Von Mons*, in *Annales de Chimie et de Physique*, 1ª Serie, t. XXII, pag. 122, 1797.

le piante divengono interamente nere e finiscono presto col morire. Invece se le pianticine sono spolverate con zolfo, allora pure in presenza di vapori di mercurio le piante continuano a vegetare.

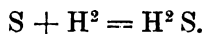
Boussingault [1] nel 1868 rifà gli esperimenti e conferma pienamente i risultati degli Olandesi citati, che non avevano potuto darsi ragione del fatto osservato.

Bisogna intanto notare che la morte della pianta è dovuta unicamente all'azione deleteria del vapore di mercurio, e Faraday [2] l'ha messo fuori di dubbio, avendo potuto dimostrare lo sviluppo di vapore di mercurio anche a temperature moderate in cui vivono le piante in condizioni normali. Invece lo zolfo a temperatura ordinaria non emette vapori, od almeno la tensione dei suoi vapori è così debole che i nostri mezzi sono troppo insufficienti per dimostrarne la presenza.

Boussingault non sa trovare nessun'altra ragione per spiegare il fenomeno osservato dai fisiologhi olandesi se non ammettendo (benchè sembri assai strana la cosa anche a lui) che lo zolfo a temperatura ordinaria emette dei vapori che trasformano totalmente il mercurio volatilizzato in solfuro il quale, come è noto, non esercita azione deleteria sulle piante.

Ora il prodotto, che si forma tra zolfo e vapore di mercurio in atmosfera confinata dove vegetano piante è un solfuro, e questo lo ha dimostrato Boussingault stesso dopo esperienze colle quali esclude con carte *ozonometriche* che sia intervenuta un'ossidazione. Il fenomeno, come si vede quindi è rimasto insoluto, solo si è giunti a determinare il prodotto derivato ed a definirlo come solfuro di mercurio. Ma nessuno degli esperimentatori ha pensato che un gaz poteva essere emesso dalle piante che vegetavano nell'ambiente chiuso sotto l'influenza del vapore di mercurio, gaz appunto che poteva combinarsi collo zolfo e neutralizzare tutta l'azione deleteria del mercurio.

Nessun gas meglio dell'idrogeno allo stato nascente a me sembra capace di produrre il solfuro di mercurio identificato da Boussingault. L'idrogeno infatti in contatto colla polvere di zolfo, con cui sono state spolverate le foglie, dà luogo ad acido solfidrico:

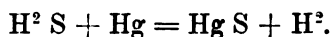
$$S + H^2 = H^2 S.$$

Il quale acido solfidrico, in contatto del vapore di mercurio, produce

---

[1] Boussingault, *Action délétère que la vapeur émanante du mercure exerce sur les plantes.* Paris, 1868.

[2] Faraday *Annales de Chimie et de Physique.* Serie III^a^, t. XIII, pag. 77.

solfuro di mercurio abbandonando in libertà il primitivo idrogeno secondo l'equazione:

$$H^2 S + Hg = Hg S + H^2.$$

Boehm [1] nel 1866 presenta all'Accademia di Vienna una comunicazione nella quale dice, che studiando la natura dei gaz che si sviluppano dalle foglie verdi di piante immerse in acqua ricca di acido carbonico, crede di avere rintracciato, mescolato all'ossigeno, all'azoto ed all'acido carbonico, una piccola quantità di un gaz combustibile che, secondo lui, è dell'idrogeno.

A queste esperienze non fu dato valore dagli scienziati in quanto che il metodo seguito dall'autore, che si serve di una immersione prolungata delle foglie in acqua, non escludeva il dubbio che questo idrogeno da lui trovato fosse, come del resto credette lo stesso Boehm, un prodotto di decomposizione di parti morte delle piante immerse. Il risultato delle analisi fatte da questo autore, si capisce di leggeri però che aumenta le probabilità in favore della teoria da me ideata.

Boussingault, [2] nelle sue classiche ricerche sopra la respirazione delle piante, trova che foglie in atmosfera ricca di idrogeno decompongono con molta maggiore energia il biossido di carbonio di quando esso manca. Il risultato di queste esperienze è, lo si capisce facilmente, di massima importanza per quanto io sostengo. Boussingault tenta di darne una spiegazione e dubita che la dissociazione degli elementi del biossido di carbonio nelle foglie sia determinato dalle stesse cause meccaniche che favoriscono alla temperatura ordinaria l'associazione di un combustibile e dell'ossigeno, come per esempio nella combustione lenta del fosforo. Nello stesso modo insomma che il fosforo posto in ossigeno puro non è fosforescente e non brucia se non lentamente, se invece esso trovasi in una mescolanza di ossigeno ed aria atmosferica si ossida diventando luminoso. L'intervento quindi dell'idrogeno come gaz inerte, avrebbe secondo lui per effetto di scostare gli atomi del biossido di carbonio e dell'ossigeno. [3]

È inutile aggiungere che quest'ipotesi è fra le più arrischiate; invece parmi molto più razionale l'ammettere che l'idrogeno dell'ambiente

---

[1] Boehm, *Observations sur les gaz dégagés par les plantes mortes*, in *Annales des Scienc. Nat.* Paris, 1867.

[2] Boussingault, *Décomposition du gaz acide carbonique par les feuilles*. Paris, 1868.

[3] Boussingault, *Agronomie, Chimie Agricole et Physiologie*, Tom. IV, pag. 303, 1868.

andando ad aumentare quello che trovasi già nella pianta, aumenti anche in quantità la decomposizione dell'acido carbonico formatosi per l'unione del biossido di carbonio con l'acqua, e quindi ne derivi un consumo maggiore di biossido di carbonio di quando l'idrogeno era in minor quantità.

Lo stesso Boussingault, [1] in esperienze fatte fin dal 1861 e rese note solo qualche anno dopo, nello studiare la decomposizione del biossido di carbonio per le piante, confrontò il gaz residuo, rimasto dopo l'assorbimento dell'ossigeno per mezzo di pirogallato, emesso durante l'esposizione delle piante al sole, con il gaz residuo proveniente da ambiente in cui le piante non erano state esposte alla luce solare; e, grazie ai processi sensibilissimi dell'analisi eudiometrica col metodo di Bunsen e Regnault, trovò con esattezza che nel residuo del gaz tolto dai recipienti, in cui le piante erano state esposte alla luce solare vi era in proporzione molto apprezzabile, un gaz combustibile che non ha trovato nel residuo del gaz proveniente dalle foglie non state esposte alla luce. Gaz combustibile che egli trova in non piccole proporzioni. Così in una esperienza lo trova fino nella quantità del 1,98 per 100. Boussingault crede che questo gaz sia formato da idrogeno protocarbonato ed ossido di carbonio. Lo stesso autore non dubita della presenza di questo gaz combustibile, dice però riguardo alla sua costituzione che: *il était à désirer d'en fixer la constitution avec plus de certitude.* [2]

Di importante da queste esperienze risulta sopratutto il fatto della necessaria presenza di luce per la emissione dalle piante di questo gaz. Tali conclusioni, è di leggeri compreso, sono di grande appoggio a quanto io ammetto intorno alla origine dell'aldeide formica nei vegetali. Riguardo poi alla natura di questo gaz, Boehm, [3] ripetendo in parte le esperienze di Boussingault, conclude col determinare il gaz combustibile quale idrogeno libero, allo stato nascente e crede che questa emissione di idrogeno sia dovuta a fermentazione.

Riporto qui invece le conclusioni di Boussingault: [4]

Le gaz rencontré dans l'oxygène dont le soleil determine l'apparition, quand il éclaire une plante submergée à quoi faut il les attribuer? Serait-ce à un état morbide des feuilles conséquence de leur submersion?

---

[1] Boussingault, op. cit.

[2] Boussingault, op. cit.

[3] Boehm, lav. cit.

[4] Boussingault, *Agronomie, Chimie agricole et Physiologie.* Vol. III, pag. 405, 1864.

Je le reconnaîtrais d'autant plus difficilment, que les feuilles ne sont jamais restées dans l'eau assez longtemps pour qu'elles pussent s'y altérer, et que les végétaux aquatiques placés dans leur éléments ont aussi fourni de l'oxygène dans lequel l'analyse décelait les mêmes gaz...

.... Qu'y aurait-il d'extraordinaire à ce que l'organisme sécrétât des gaz combustibles quand il sécrète des carbures d'hydrogène liquides et volatils, des huiles essentielles. Toutefois, je m'empresse de le reconnaître, on ne sera dûment autorisé à envisager ces gaz combustibles comme produits normaux de la végétation, qu'autant qu'on les obtiendra non plus seulement des feuilles aquatiques plongées dans une eau que ne se renouvelle pas, mais des plantes functionnantes dans les circonstances habituelles de leur existence. „

Mio Padre, in esperienze pubblicate nel 1864, 1875 e 1876, [1] trova che grappoli di uva solforati con fiore di zolfo, chiusi in bicchieri, anneriscono cartine di acetato di piombo sospese entro codesti recipienti; mentre le cartine non si colorano senza i grappoli e senza lo zolfo. Questa colorazione delle cartine accenna a formazione di acido solfidrico, che non può essere derivato se non da idrogeno nascente, il quale imbattendosi nello zolfo forma il detto acido, reso palese dall'annerimento delle cartine di acetato di piombo. L'autore ha ripetuto sopra molte piante le esperienze ed ha riportato sempre eguali risultati.

Egli trovò inoltre che lo sviluppo di questo gaz diventava copioso quando si avevano dai 30 ai 38 gradi di temperatura; egli crede che sia l'idrogeno libero a provocare questa reazione e non gli idrocarburi.

In ogni modo anche queste esperienze, benchè non diano la piena sicurezza, pure è certo che consolidano l'idea dell'emissione dalle piante di idrogeno, poichè in tali condizioni non saprei sospettare altri gaz che possano dar luogo ad acido solfidrico.

Continuando l'enumerazione di esperienze che servano a consolidare l'ipotesi da me formulata, rammenterò quella di Phipson [2], il quale studiando la vegetazione di piante entro atmosfera di idrogeno, con radici in acqua in cui è sciolto del biossido di carbonio, vide che il volume di idrogeno diminuisce di 20 parti e si cambia la composizione di detta

---

[1] Pollacci Egidio, *Atti X Congresso Scienziati Italiani 1864*, in *Rendiconti dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere*. Serie II. Vol. VIII. Milano, 1875.

— *Rendiconti dell'Istituto Lomb. di Scienze e Lettere*. Serie II, Vol. IX, 1876.

[2] Phipson T. L., *Vegetation in Wasserstoffgas*, in *Chem. Newcciss.* 67, pag. 303.

atmosfera. Questo appunto doveva succedere ammettendo che l'idrogeno reagisca in parte coll'acido carbonico.[1]

Mainbray, Nollet, Bertholon, Humphry-Davy, Humbolt, Wollaston fin dal secolo scorso in modo certo constatarono, che l'elettricità favorisce lo sviluppo dei semi ed accelera l'accrescimento delle piante. L'inglese Sheppard nel 1846 e poi Forster e Fichtner in Germania ristudiarono l'azione dell'elettricità sopra le piante e specialmente sopra le foraggere. Esse coprivano le colture con reti di fili metallici elettrizzati; sotto l'azione di questa corrente le raccolte si miglioravano costantemente del 13 al 27 per 100.

Nel 1884 Spechnew, nel 1891 M. Paulin, nel 1892 Lagrange modificarono gli apparecchi, ma tutti conclusero confermando i risultati resi pubblici dai precedenti osservatori. Ed ultimamente Thouvenin[2] con ricerche più complete viene a questa importantissima conclusione e cioè che una corrente elettrica continua, favorisce presso i vegetali acquatici (sui quali solo egli operò) l'assimilazione del carbonio ed accelera la decomposizione dell'acido carbonico; inoltre l'autore citato scrive: *Pour rendre l'assimilation plus énergique, il faudrait que la plante fût non seulement enveloppé par un courant, mais encore qu'une partie de ce courant la parcourût à l'intérieur.*

Le esperienze che hanno portato a queste conclusioni sono state fatte per scopi affatto differenti da quelli che hanno ispirato le mie, ma esse sono di grande appoggio a quanto io potrò concludere. Intanto, a proposito delle surriferite ricerche, noi sappiamo che la corrente elettrica imparte ad alcuni corpi, e fra questi sopratutto all'idrogeno, la proprietà degli elementi allo stato nascente; quindi in questo caso l'elettricità procurata in maggior quantità alle piante, non sarebbe che uno stimolo, un aiuto a far sì che l'idrogeno già esistente nell'interno del vegetale riduca con maggior energia ed in maggior quantità l'acido carbonico col quale si trova in contatto. Nessuna spiegazione parmi possa essere più razionale di questa.

Putz[3] in un lavoro pubblicato nel 1886 espone l'idea che l'acido carbonico sia ridotto durante l'assimilazione clorofilliana da energia elet-

---

[1] Vedi le conclusioni delle mie ricerche.

[2] Thouvenin, *De l'influence des courants éléctriques continues sur la décomposition de l'acide carbonique chez les végétaux aquatiques*, in *Rev. Gen. Bot.*, 1896, pagina 433.

[3] Putz, *Die Reduction der Kohlensaüre in pflanzlichen Organismus*, in *Chem. Centr.*, pag. 774, 1886.

trica; la clorofilla costituirebbe secondo lui un sistema foto-elettrico; egli cita il fatto che nelle piante si può notare l'esistenza di correnti elettriche derivate dalla trasformazione della luce sotto la cui azione vegetano le piante. L'autore dice che l'agente di riduzione potrebbe essere l'idrogeno, ma non fa però in proposito esperienze, nè dimostra la sua presenza nei vegetali.

Gautier [1] nel 1898 presentò all'Accademia di Francia una nota nella quale annunciava che l'aria dell'atmosfera contiene dell'idrogeno libero in proporzione assai costante, circa undici a diciotto centimetri cubi per cento litri di aria calcolati a secco a 0° gradi ed a 760 mill. di pressione; ossia circa 1,5 diecimillesimi in volume di idrogeno. In note [2] successive confermò sempre più la sua scoperta sfuggita ad una quantità di diligenti osservatori come Gay Lussac, Th. Saussure, Boussingault, ecc., forse perchè mancanti di mezzi analitici quali oggi ci offrono la chimica e la fisica.

È dunque un fatto accertato che l'idrogeno libero fa parte degli elementi dell'atmosfera e che il suo volume è pressappoco eguale alla metà dell'acido carbonico dell'aria corrispondente. Orbene quest'idrogeno libero da che proviene? Non sarebbe forse anche in parte emesso nell'atmosfera dai vegetali?

Baranetski nel 1899 espose il dubbio che le cellule in alcuni speciali organi delle piante verdi formino una sostanza avente la proprietà degli enzimi, in presenza della quale e sotto l'azione della luce solare l'anidride carbonica si scomporrebbe; e I. Friedel [3] in una comunicazione all'Accademia delle scienze di Francia asserisce avere ottenuto assimilazione clorofilliana senza intervento della sostanza vivente, e conclude che questo avvenga per opera di una diastasi che utilizzerebbe l'energia dei raggi solari, mentre la clorofilla funzionerebbe semplicemente come sensibilizzatrice. [4]

---

[1] Gautier, *Sur la présence de l'hydrogène libre dans l'air atmosphérique*, in *Compt. Rend. Acad.* Tom. CXXVII, pag. 693, 1898.

[2] Gautier Ar., *Compt. Rend.* Tom. CXXX, pag. 1353-60.

— *Compt. Rend.* Tom. CXXXI, pag. 647-52.

[3] Friedel J., *Compt. Rend.*, T. CXXXII, pag. 1138.

[4] Non è qui il caso di discutere sopra le esperienze di Friedel che potrebbero avere una grande importanza per l'avvenire della fisiologia vegetale. È necessario però che l'autore dica meglio quali sono state le condizioni in cui ha operato ed aumenti il numero delle sue osservazioni; quattro soli risultati favorevoli riportati nella sua nota, mi sembrano insufficienti per non lasciare molti dubbi sopra una con-

Se anche queste ultime esperienze saranno col tempo maggiormente provate e controllate, avrà sempre maggior valore l'ipotesi che ammette l'azione dell'idrogeno nascente nel processo di riduzione, poichè le fermentazioni, ed altre ragioni chimiche, danno frequentemente luogo a produzione di idrogeno.

***

Le ricerche fatte finora, riguardanti l'emissione dei gas dalle piante e l'assimilazione in genere, e che sono numerosissime, hanno studiato od i corpi derivati dalla decomposizione dell'acido carbonico, incominciando però dagli idrati di carbonio, oppure il rapporto esistente fra il biossido di carbonio consumato e l'ossigeno $\left(\frac{CO^2}{O}\right)$ ed hanno trascurato la ricerca di altri gaz oltre quelli già conosciuti come emessi dalle piante.

Uno degli errori commesso nel maggior numero delle ricerche fatte sopra questa parte della fisiologia vegetale e che fu notato invano fino dal 1864 da Boussingault, [1] si è quello di considerare come azoto tutto il residuo gassoso contenuto entro recipienti nei quali hanno vegetato piante; residuo rimasto dopo avere assorbito tutto l'ossigeno dell'ambiente con del pirogallato e tutto il biossido di carbonio con la potassa; senza considerare che questo residuo sia pure costituito in massima parte di azoto, pur tuttavia poteva essere anche un miscuglio di due o più gaz. Boussingault infatti, analizzando questo residuo, come già dissi, vi trovò subito, oltre all'azoto, un gaz od un miscuglio di gaz combustibili; ma dopo di lui questi studi vennero scientificamente trascurati.

Nelle ricerche da me intraprese, ho avuto sopratutto di mira di porre le piante sulle quali operavo nelle condizioni normali della loro vita per togliere in modo assoluto il dubbio che il gaz studiato, potesse provenire, non da un fenomeno naturale della pianta, ma da fermentazione di materiali nell'acqua o da decomposizione di tessuti vegetali, come infatti fu obiettato per le ricerche degli osservatori precedenti. La quantità di idrogeno emesso dalle piante è presumibilmente piccolissima, sia perchè esso va considerato come prodotto di rifiuto, sia perchè essendo nascente, devesi certo combinare colla massima facilità e perdere in gran

clusione così importante quale sarebbe quella surriferita. Le recentissime ricerche di Harroy, (in *Compt. Rend. Acad. de France*, tom. CXXXIII, pag. 890, anno 1901), il quale ha ripetuto con esito negativo le esperienze di Friedel, non fanno che dimostrare quanto sia cosa prematura il porre come fatto dimostrato che la sintesi clorofilliana possa effettuarsi all'infuori dell'organismo vegetale e senza l'intervento della materia viva.

[1] Boussingault, *Agronomie, Chimie agricole et Physiologie.* Vol. I-IV.

parte il suo stato di elemento libero; quindi per la dimostrazione della sua presenza è necessario usare mezzi sensibilissimi ed operare sopra forti quantità di aria. Per queste ragioni io ho fatto la massima parte delle ricerche non sopra aria confinata entro piccoli ambienti, come fecero i precedenti osservatori, ma sopra quantità di aria rinnovabile, in modo che il gaz ricercato, benchè in piccole dosi, potesse durante parecchie ore accumularsi e rendersi sensibile ai mezzi miei di osservazione.

Uno dei metodi da me usati è il seguente, che si avvicina in parte a quello di cui si è servito Müntz [1] nelle sue belle esperienze sopra la respirazione dei funghi, e a quello di Ar. Gautier [2] usato per le sue ultime ricerche sopra la presenza dell'idrogeno nell'aria atmosferica.

Di una sola pianta o diverse piante in forte vegetazione ho posto sotto una campana o più campane, a perfetta tenuta d'aria in comunicazione fra di loro, le sole parti vegetative verdi; la terra su cui vivevano ed il relativo vaso restavano isolati dall'interno delle campane. Per ottenere ciò non è molto facile, bisogna adoperare piatti smerigliati con fori che si chiudono poi perfettamente con stucco o guttaperca, o meglio ancora con cera. Vasi di acido solforico posti nell'interno della campana, tolgono la soverchia umidità che potrebbe formarsi. L'aria della campana, dove sono contenute le parti verdi del vegetale, è aspirata lentamente per mezzo di aspiratore; quest'aria uscendo dalla campana passa per numerosi tubi di assorbimento contenenti alcuni della potassa caustica pura ed altri acqua di barite [3] che la priva del biossido di carbonio, attraversa ancora tubi a cloruro di calcio chimicamente puro, (curando sopratutto che non sia alcalino), che la rendono completamente secca; poi passa per un tubetto tarato a cloruro di calcio, che indico col nome di tubo *A c*, indi per un tubo di vetro infusibile riscaldato al calor rosso, lungo almeno cm. 80, [4] ripieno di ossido di rame.

---

[1] Müntz, *Recherches sur les functions des champignons*, in *Annales de Chimie et de Physique*. 5ª Serie. Tom. VIII, 1876.

[2] Gautier Ar., *Compt. Rend. Acad.* T. CXXXI, pag. 627, 1900.

[3] La presenza di acqua di barite è necessaria, perchè Gautier Ar. (*Compt. Rend. Acad. Paris.* Tom. CXXVI, pag. 1387, anno 1898) ha messo in evidenza che la sola potassa non basta per assorbire totalmente il biossido di carbonio, mentre con acqua di barite si ha completo assorbimento di questo gaz. Ora se si pensa quante esperienze sono state fatte ed accettate senza avere ottemperato a questa condizione, dimostrata necessaria dal Gautier, potremo rendersi conto di quanto resta da correggere nella fisiologia vegetale.

[4] La lunghezza del tubo a combustione deve essere almeno di 80 cm. perchè Gautier A. (*Compt. Rend. Acad. Paris.* Tom. CXXX, pag. 1353, anno 1900) dimostra che solo con questa condizione l'idrogeno, sia libero o combinato a carbonio, resta tutto sopra l'ossido di rame.

Ora è chiaro che se passeranno coll'aria delle traccie di idrogeno, questo deve combinarsi coll'ossigeno dell'ossido di rame, che trovasi al calor rosso e formare vapore acqueo che raccoglierò in un tubetto pure tarato a cloruro di calcio posto subito dopo il tubo a combustione e che distinguerò col nome di tubo *B c*. Questo tubetto quindi, pesato prima e dopo l'esperienza, mi dirà quanta acqua si è formata e di conseguenza quanto idrogeno è passato nel tempo che hanno durato le esperienze. Il tubetto *A c* invece, se l'esperienza è ben condotta, come facilmente si capisce, deve rimanere tanto prima che dopo l'esperienza di egual peso.

Dopo il tubo *B c* di cloruro di calcio, e prima dell'aspiratore, un altro vaso pure a cloruro di calcio, oppure un tubo ad acido solforico impedirà che vapor acqueo proveniente dall'aspiratore (specie quando non funziona) possa arrivare fino al tubetto tarato ed alterare i risultati.

Per ogni esperienza ho sempre tenuto conto della temperatura, della durata della ricerca, e del cielo se sereno od annebbiato. Per evitare poi possibili cause di errore, non ho mai trascurato di assicurarmi che i tubi, che uniscono i recipienti fra di loro, le campane, i vasi di assorbimento, ecc.... avessero le minori possibili congiunzioni e le poche unioni fossero fatte con gomma a parete grossa e rivestita da legature strette di filo di rame.

Il contenuto dei tubetti tarati veniva spesso asciugato e, prima e dopo le pesate, erano sempre diligentemente anche per l'esterno essicati in vasi essicatori ad acido solforico.

Le pesate sono state fatte con bilancie di precisione, sensibilissime delle Case Westphal e Sartorius, in stanza apposita in cui ho cercato che la temperatura fosse uniforme. Tutte le pesate sono state fatte col metodo delle oscillazioni, e, per la massima parte con una tara della medesima natura e della medesima superficie dei tubi da pesarsi; tara destinata a correggere i piccoli errori di stato igrometrico, di variazioni di pressione e di temperatura. Con queste precauzioni si diminuiscono di molto le possibilità di perdere delle quantità di gaz, che pure essendo tenui possono divenire preziose per l'osservatore ed influire spesso sopra i risultati di una ricerca.

Ecco alcuni risultati ottenuti da me con questo primo apparecchio:

ESPERIENZA DEL 7 GIUGNO 1900.

Pianta adoperata: *Ricinus communis.*
Cielo sereno, temperatura media 18 C.i.
Durata dell'esperienza dalle ore 9 alle 16.

Tubo *A c* dopo l'esperienza . . .	gr.	33,3400
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	33,3398
Differenza		00,0002
Tubo *B c* dopo l'esperienza . . .	gr.	35,0245
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	35,0020
Differenza		00,0225

Acqua formatasi mmg. 22,5.

ESPERIENZA DEL 9 GIUGNO 1900.

Pianta: *Ricinus communis.*
Cielo vario, temperatura media 19 C.i.
Durata dell'esperienza dalle 9 1/2 alle 16.

Tubo *A c* dopo l'esperienza . . .	gr.	33,3389
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	33,3390
Differenza		00,0001
Tubo *B c* dopo l'esperienza . . .	gr.	35,0540
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	35,0249
Differenza		00,0291

H^2O formatasi = mmg. 29,1.

ESPERIENZA DEL 11 GIUGNO 1900.

Pianta: *Ricinus communis.*
Cielo sereno, temperatura media 20 C.i.
Esperienza dalle 8 1/2 alle 17.

Tubo *A c* dopo l'esperienza . . .	gr.	33,3390
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	33,3388
Differenza		00,0002
Tubo *B c* dopo l'esperienza . . .	gr.	35,0310
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	35,0108
Differenza		00,0202

H^2O formatasi = mmg. 20,2.

ESPERIENZA DEL 12 GIUGNO 1900.

Pianta: *Ricinus communis.*
Cielo sereno, temperatura media 21 C.ⁱ.
Esperienza dalle 10 alle 16.

Tubo *A c* dopo l'esperienza . . .	gr.	33,3387
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	"	33,3388
Differenza		00,0001
Tubo *B c* dopo l'esperienza . . .	gr.	35,0501
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	"	35,0313
Differenza		00,0188

H^2O formatasi = mmg. 18,8.

ESPERIENZA DEL 13 GIUGNO 1900.

Pianta: *Ricinus communis.*
Cielo sereno, temperatura media 22 C.ⁱ.
Esperienza dalle 9 alle 16.

Tubo *A c* dopo l'esperienza . . .	gr.	33,3380
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	"	33,3382
Differenza		00,0002
Tubo *B c* dopo l'esperienza . . .	gr.	35,0653
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	"	35,0479
Differenza		00,0174

H^2O formatasi = mmg. 17,4.

ESPERIENZA DEL 15 GIUGNO 1900.

Pianta: *Ricinus communis.*
Cielo sereno, temperatura media 20 C.ⁱ.
Esperienza dalle 9 $^1/_2$ alle 16.

Tubo *A c* dopo l'esperienza . . .	gr.	33,3389
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	"	33,3386
Differenza		00,0003
Tubo *B c* dopo l'esperienza . . .	gr.	35,0324
Tubo *B c* prima dell'esperienza . . .	"	35,0155
Differenza		00,0169

H^2O formatasi = mmg. 16,9.

Esperienza del 16 Giugno 1900.

Pianta: *Ricinus communis.*
Cielo vario, temperatura media 23 C.i.
Esperienza dalle 9 alle 16.

Tubo *A c* dopo l'esperienza . . .	gr.	33,3390
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	33,3395
Differenza		00,0005

Tubo *B c* dopo l'esperienza . . .	gr.	35.0510
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	35,0325
Differenza		00,0185

H^2O formatasi = mmg. 18,5.

Esperienza del 18 Giugno 1900.

Pianta: *Ricinus communis.*
Cielo vario, temperatura media 21 C.i.
Esperienza dalle 9 alle 16.

Tubo *A c* dopo l'esperienza . . .	gr.	33,3390
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	33,3390
Differenza		00,0000

Tubo *B c* dopo l'esperienza . . .	gr.	35,0415
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	35,0210
Differenza		00,0205

H^2O formatasi = mmg. 20,5.

Riassunto dei risultati.

(Piante di *Ricinus communis.*)

Data	Temperatura media in C.i.	Durata dell'esperienza	Cielo	Acqua formatasi
7 Giugno 1900	18°	dalle ore 9 alle 16	sereno	mmg. 22,5
9 „ „	19°	„ „ 9 1/2 „ 16	vario	„ 29,1
11 „ „	20°	„ „ 8 1/2 „ 17	sereno	„ 20,2
12 „ „	21°	„ „ 10 „ 16	sereno	„ 18,8
13 „ „	22°	„ „ 9 „ 16	sereno	„ 17,4
15 „ „	20°	„ „ 9 1/2 „ 16	sereno	„ 16,9
16 „ „	23°	„ „ 9 „ 16	vario	„ 18,5
18 „ „	21°	„ „ 9 „ 16	vario	„ 20,5

Da queste otto esperienze mi risultò quindi una costante formazione di acqua e quindi passaggio, attraverso il tubo a combustione con ossido di rame, di una non indifferente quantità di idrogeno.

Questa quantità però di idrogeno poteva provenirmi tanto dalla pianta di *Ricinus communis* in vegetazione, quanto essere già nell'atmosfera dell'ambiente in cui operavo.

Per accertarmi quindi a che dovevo attribuire questa formazione d'acqua, ritornai a ripetere le esperienze col medesimo apparecchio, ma però in bianco, cioè senza alcuna pianta ed ebbi i seguenti risultati:

Esperienza (in bianco) del giorno 20 Giugno 1900.

Temperatura media 21 C.i.
Durata dell'esperienza dalle ore 9 alle 16.

Tubo *A c* dopo l'esperienza . . .	gr.	33,3388
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	33,3385
Differenza		00,0003
Tubo *B c* dopo l'esperienza . . .	gr.	35,0340
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	35,0258
Differenza		00,0082

H^2O formatasi = mmg. 8,2.

Esperienza (in bianco) del giorno 21 Giugno 1900.

Temperatura media 22 C.i.
Durata dell'esperienza dalle ore 10 ½ alle 16.

Tubo *A c* dopo l'esperienza . . .	gr.	33,3390
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	33,3395
Differenza		00,0005
Tubo *B c* dopo l'esperienza . . .	gr.	38,0310
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	38,0265
Differenza		00,0045

H^2O formatasi = mmg. 4,5.

Esperienza (in bianco) del giorno 22 Giugno 1900.

Temperatura media 20 C.i.
Durata dell'esperienza dalle ore 8 ½ alle 16.

Tubo *A c* dopo l'esperienza . . .	gr.	33,3390
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	33,3390
Differenza		00,0000
Tubo *B c* dopo l'esperienza . . .	gr.	38,0282
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	38,0180
Differenza		00,0102

H^2O formatasi = mmg. 10,2.

Esperienza (in bianco) del giorno 23 Giugno 1900.

Temperatura media 19 C.i.
Durata dell'esperienza dalle ore 9 alle 16.

Tubo *A c* dopo l'esperienza . . .	gr.	33,3391
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	33,3390
Differenza		00,0001
Tubo *B c* dopo l'esperienza . . .	gr.	38,0250
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	38,0190
Differenza		00,0060

H^2O formatasi = mmg. 6,0.

Esperienza (in bianco) del giorno 25 Giugno 1900.

Temperatura media 20 C.i.
Durata dell'esperienza dalle ore 9 alle 16.

Tubo *A c* dopo l'esperienza . . .	gr.	33,3380
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	33,3382
Differenza		00,0002
Tubo *B c* dopo l'esperienza . . .	gr.	38,0330
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	38,0257
Differenza		00,0073

H^2O formatasi = mmg. 7,3.

Esperienza (in bianco) del giorno 26 Giugno 1900.

Temperatura media 22 C.i.
Durata dell' esperienza dalle ore 10 alle 16.

Tubo *A c* dopo l' esperienza . . .	gr.	33,3390
Tubo *A c* prima dell' esperienza . .	„	33,3387
Differenza		00,0003
Tubo *B c* dopo l' esperienza . . .	gr.	38,0380
Tubo *B c* prima dell' esperienza . .	„	38,0334
Differenza		00,0046

H^2O formatasi = mmg. 4,6.

Esperienza (in bianco) del giorno 28 Giugno 1900.

Temperatura media 22 C.i.
Durata dell' esperienza dalle ore 9 alle 16.

Tubo *A c* dopo l' esperienza . . .	gr.	33,3389
Tubo *A c* prima dell' esperienza . .	„	33,3390
Differenza		00,0001
Tubo *B c* dopo l' esperienza . . .	gr.	38,0432
Tubo *B c* prima dell' esperienza . .	„	38,0380
Differenza		00,0052

H^2O formatasi = mmg. 5,2.

Riassunto dei risultati.

(Esperienze in bianco.)

Data	Temperatura media in C.i.	Durata dell' esperienza	Acqua formatasi
20 Giugno 1900	21°	dalle ore 9 alle 16	mmg. 8,2
21 „ „	22°	„ „ 10 1/2 „ 16	„ 4,5
22 „ „	20°	„ „ 8 1/2 „ 16	„ 10,2
23 „ „	19°	„ „ 9 „ 16	„ 6,0
25 „ „	20°	„ „ 9 „ 16	„ 7,3
26 „ „	22°	„ „ 10 „ 16	„ 4,6
28 „ „	22°	„ „ 9 „ 16	„ 5,2

Dal sopra riportato specchietto risulta evidente quindi che l'acqua formatasi ed assorbita dal cloruro di calcio nelle prime esperienze del Giugno 1900, dopo il passaggio dell'aria attraverso l'ossido di rame incandescente, non è dovuta totalmente ad emissione di principî idrogenati delle piante.

Risulta però anche evidente che le piante emettono in parte dell'idrogeno, perchè la formazione di acqua è stata sempre costantemente inferiore a quella ottenuta quando sotto la campana vi erano le piante a vegetare. Nell'aria quindi dell'ambiente, dove conducevo le esperienze, vi era dell'idrogeno; ed infatti Gautier [1] recentemente, con apparecchi perfezionati, riescì a constatare la presenza nell'aria dell'idrogeno che egli ritiene in parte libero ed in parte combinato al carbonio; i miei risultati quindi confermano in parte quelli del Gautier.

D'altra parte la differenza fra l'acqua formatasi dopo la combustione per il passaggio dell'aria della campana senza piante, in confronto di quella della campana sotto la quale vegetavano le parti verdi, è troppo forte e troppo costante per dubitare che essa sia dovuta totalmente all'idrogeno che trovasi nell'atmosfera.

Spinto da questi buoni risultati, ho cercato sempre più di poter dimostrare con sicurezza che le piante emettono dei principî idrogenati, ed ho per ciò intraprese delle nuove ricerche modificando l'apparecchio nel seguente modo:

Costringevo l'aria a passare, prima di entrare nella campana a perfetta tenuta e dove vegetavano le piante, primieramente per un vaso di lavaggio ad acido solforico, (Tav. I, *S*) poi attraverso un forno di combustione con tubo di Jena, lungo 80 cm., ripieno di ossido di rame (*A*) e che portavo al calor rosso, poi per altro vaso ad acido solforico (*S*). Il primo vaso era destinato a togliere la soverchia umidità che poteva trovarsi nell'atmosfera; il tubo di ossido di rame riscaldato mi fissava tutto l'idrogeno che poteva trovarsi nell'aria che veniva aspirata, ed il secondo vaso ad acido solforico tratteneva l'acqua che si formava per la combinazione dell'idrogeno coll'ossigeno dell'ossido di rame. L'apparecchio completo è figurato nella tavola I che accompagna questo lavoro.

Così operando ero sicuro che, se dal secondo tubo di ossido di rame (*E*) avevo della formazione di acqua, l'idrogeno che entrava a farne parte derivava totalmente da idrogeno che veniva emesso, libero od in combinazione con altri elementi, dalle piante vegetanti sotto la campana.

---

[1] Gautier Ar., *Compt. Rend. Acad. Paris.* Tom. CXXXI, pag. 647. Anno 1900.

L'aria aspirata la sceglievo lungi dall'ambiente in cui operavo per mezzo di un lungo tubo (*t*) la cui estremità collocavo all'aperto nel giardino dell'Istituto.

I risultati che ebbi con l'apparecchio così modificato furono i seguenti:

Esperienza (in bianco) del 1 Luglio 1900. *

Cielo sereno, temperatura media 22 C.^{i}.

Senza piante sotto la campana.

Durata dell'esperienza dalle ore 10 alle 17.

Tubo *A c* ** dopo l'esperienza . . .	gr.	38,0736
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	35,0738
Differenza		00,0002
Tubo *B c* dopo l'esperienza . . .	gr.	35,8154
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	38,8151
Differenza		00,0003

La differenza di peso tra i tubi tarati essendo trascurabile ed inevitabile in simili manipolazioni, avevo ragione per stare certo che l'apparecchio mi funzionava nel miglior modo possibile.

Esperienza del 2 Luglio 1900.

Cielo sereno, temperatura media 21 C.^{i}.

Sopra piante di *Impatiens Balsamina*, *Ricinus communis* e *Polygonum Sieboldi* contemporaneamente poste sotto la campana.

Durata dell'esperienza dalle ore 8 $^{1}/_{2}$ alle 17.

Tubo *A c* dopo l'esperienza . . .	gr.	38,8920
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	38,8922
Differenza		00,0002
Tubo *B c* dopo l'esperienza . . .	gr.	35,8295
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	35,8155
Differenza		00,0140

H^2O formatasi = mmg. 14,0.

* Esperienza fatta per assicurarmi che l'apparecchio funzionasse bene.

** Come per l'esperienza passata si intende sempre col nome di *A c* il tubo tarato, a cloruro di calcio prima del tubo a combustione, col nome di *Bc* il tubo pure tarato ed a cloruro di calcio, ma posto dopo il tubo a combustione e destinato ad indicarmi la quantità di acqua formatasi dopo il passaggio dell'aria della campana dall'ossido di rame portato al calor rosso.

Esperienza del 4 Luglio 1900.

Cielo coperto, temperatura media 20 C.ⁱ.
Sotto la campana le stesse piante dell'esperienza precedente.
Durata dell'esperienza dalle ore 10 alle 17.

Tubo *A c* dopo l'esperienza . . .	gr.	38,8923
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	38,8920
Differenza		00,0003
Tubo *B c* dopo l'esperienza . . .	gr.	41,5115
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	41,5000
Differenza		00,0115

H^2O formatasi = mmg. 11,5.

Esperienza del 5 Luglio 1900.

Cielo annebbiato, temperatura media 21 C.ⁱ.
Colle stesse piante.
Durata dell'esperienza dalle ore 10 alle 17.

Tubo *A c* dopo l'esperienza . . .	gr.	38,8920
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	38,8923
Differenza		00,0003
Tubo *B c* dopo l'esperienza	gr.	41,5250
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	41,5115
Differenza		00,0135

H^2O formatasi = mmg. 13,5.

Esperienza del 6 Luglio 1900.

Cielo coperto, temperatura media 20 C.ⁱ.
Sopra pianta in forte sviluppo di *Buxus chinensis.*
Durata dell'esperienza dalle ore 9 alle 17.

Tubo *A c* dopo l'esperienza	gr.	38,8921
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	38,8920
Differenza		00,0001
Tubo *B c* dopo l'esperienza	gr.	41,5303
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	41,5181
Differenza		00,0122

H^2O formatasi = mmg. 12,2.

ESPERIENZA DEL 10 LUGLIO 1900.

Cielo vario, temperatura media 20 C.[i].
Sopra *Buxus chinensis*.
Durata dell'esperienza dalle ore 9 alle 17.

Tubo *A c* dopo l'esperienza	gr.	38,8928
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	38,8930
Differenza		00,0002
Tubo *B c* dopo l'esperienza	gr.	41,5280
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	41,5184
Differenza		00,0096

H^2O formatasi = mmg. 9,6.

ESPERIENZA DEL 18 LUGLIO 1900.

Cielo sereno, temperatura media 23 C.[i].
Sopra *Phytolacca* e *Canna indica* in forte vegetazione.
Durata dell'esperienza dalle ore 9 alle 17.

Tubo *A c* dopo l'esperienza	gr.	41,8730
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	41,8728
Differenza		00,0002
Tubo *B c* dopo l'esperienza	gr.	43,4790
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	43,4691
Differenza		00,0099

H^2O formatasi = mmg. 9,9.

ESPERIENZA DEL 24 LUGLIO 1900.

Cielo sereno, sole, temperatura media 25 C.[i].
Ancora *Phytolacca* e *Canna indica*.
Durata dell'esperienza dalle ore 10 alle 17.

Tubo *A c* dopo l'esperienza	gr.	41,8727
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	41,8730
Differenza		00,0003
Tubo *B c* dopo l'esperienza	gr.	43,4908
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	43,4788
Differenza		00,0120

H^2O formatasi = mmg. 12,0.

ESPERIENZA DEL 25 LUGLIO 1900.

Cielo sereno, sole, temperatura media 26 C.ⁱ.
Sopra *Phytolacca* e *Canna*.
Durata dell'esperienza dalle ore 9 alle 17.

Tubo *A c* dopo l'esperienza. . . .	gr.	43,1530
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	43,1530
Differenza		00,0000
Tubo *B c* dopo l'esperienza. . . .	gr.	43,6747
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	43,6645
Differenza		00,0102

H^2O formatasi = mmg. 10,2.

ESPERIENZA DEL 26 LUGLIO 1900.

Cielo sereno, sole, temperatura media 27 C.ⁱ.
Con *Phytolacca* e *Canna*.
Durata dell'esperienza dalle ore 9 $^1/_2$ alle 17.

Tubo *A c* dopo l'esperienza. . . .	gr.	43,1528
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	43,1530
Differenza		00,0002
Tubo *B c* dopo l'esperienza. . . .	gr.	43,6825
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	43,6730
Differenza		00.0095

H^2O formatasi = mmg. 9,5.

Riassunto dei risultati.

(Esperienze con piante di *Buxus chinensis*, *Impatiens Balsamina*, *Polygonum Sieboldi*, *Ricinus communis*, *Phytolacca* e *Canna indica*.)

Data	Temperatura Cent.ⁱ	Durata dell'esperienza	Cielo	Acqua formatasi
2 Luglio 1900	21°	dalle ore 8 $^1/_2$ alle 17	sereno	mmg.ⁱ 14,0
4 „ „	20	„ 10 „ 17	coperto	„ 11,5
5 „ „	21	„ 10 „ 17	annebbiato	„ 13,5
6 „ „	20	„ 9 „ 17	coperto	„ 12,2
10 „ „	20	„ 9 „ 17	vario	„ 9,6
18 „ „	23	„ 9 „ 17	sereno	„ 9,9
24 „ „	25	„ 10 „ 17	„	„ 12,0
25 „ „	26	„ 9 „ 17	„	„ 10,2
26 „ „	27	„ 9 $^1/_2$ „ 17	„	„ 9,5

Da queste esperienze risulta che le piante messe a vegetare sotto la campana, hanno emesso dell' idrogeno ed in quantità non indifferente.

Però mi restava ancora a stabilire se l'acqua formatasi, per combinazione dell' idrogeno coll'ossigeno dell'ossido di rame, era originata da idrogeno libero o da idrogeno facente parte di idrocarburi. Se attraverso il tubo a combustione contenente ossido di rame passava aria associata ad un idrocarburo, oltre che acqua, dovevasi formare anche anidride carbonica; e per sapere se ciò succedeva, sostituii ai due tubi tarati *A c* e *B c* (Tav. I) a cloruro di calcio due tubetti pure tarati contenenti potassa caustica, destinati il primo, che contrassegno colle lettere *A k*, ad indicarmi se è trattenuto tutto il biossido di carbonio dai tubi di assorbimento (*K*, Tav. I) ed il secondo, che distinguo colle lettere *B k*, ad indicarmi, aumentando di peso, se si forma biossido di carbonio al passaggio dell'aria per l'ossido di rame. Appena dopo il tubo a combustione (*E*, Tav. I), e prima del tubetto tarato *B k* contenente potassa, ho avuto l'avvertenza di porre un tubo a cloruro di calcio purissimo, non alcalino, il quale raccogliendo l'acqua che si forma nel tubo ad ossido di rame, impedisce di poter attribuire l'aumentato peso del tubetto a potassa (*B k*) ad assorbimento di acqua e non di biossido di carbonio.

Con questo apparecchio intrapresi diverse esperienze, delle quali qui sotto riporto il risultato, non curandomi della formazione dell'acqua, ma unicamente del biossido di carbonio che si forma durante la combustione:

Esperienza del 29 Settembre 1900.

Esperienza in bianco (senza piante).
Durata dell' esperienza dalle ore 9 alle 16.

Tubo *A k* dopo l' esperienza	gr.	48,9558
Tubo *A k* prima dell' esperienza . .	„	48,9557
Differenza		00,0001
Tubo *B k* dopo l' esperienza. . . .	gr.	47,2591
Tubo *B k* prima dell' esperienza . .	„	47,2589
Differenza		00,0002

Assicuratomi così che l'apparecchio funzionava bene (data la nessuna differenza apprezzabile di peso) continuai collo stesso le esperienze qui sotto riportate.

Esperienza del 1 Ottobre 1900.

Cielo vario, temperatura media 18 C.i.
Con *Eucaliptus globulus, Arbutus Unedo* ed *Eupatorium cannabinum.*
Durata dell'esperienza dalle ore 9 alle 17.

Tubo *A k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	48,3556
Tubo *A k* prima dell'esperienza . .	„	48,3558
Differenza		00,0002
Tubo *B k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	47,2640
Tubo *B k* prima dell'esperienza . .	„	47,2590
Differenza		00,0050

CO^2 assorbita = mmg. 5,0.

Esperienza del 4 Ottobre 1900.

Cielo vario, temperatura media 17 C.i.
Colle stesse piante.
Durata dell'esperienza dalle ore 9 alle 17.

Tubo *A k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	47,3557
Tubo *A k* prima dell'esperienza . .	„	47,3557
Differenza		00,0000
Tubo *B k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	47,2682
Tubo *B k* prima dell'esperienza . .	„	47,2640
Differenza		00,0042

CO^2 assorbita = mmg. 4,2.

Esperienza del 5 Ottobre 1900.

Cielo vario, temperatura media 19 C.i.
Con le stesse piante sotto la campana.
Durata dell'esperienza dalle ore 9 alle 17.

Tubo *A k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	47,3555
Tubo *A k* prima dell'esperienza . .	„	47,3553
Differenza		00,0002
Tubo *B k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	47,2742
Tubo *B k* prima dell'esperienza . .	„	47,2680
Differenza		00,0062

CO^2 assorbita = mmg. 6,2.

ESPERIENZA DEL 6 OTTOBRE 1900.

Cielo annebbiato, temperatura media 17 C.i.
Colle stesse piante.
Durata dell'esperienza dalle ore 9 alle 17.

Tubo *A k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	47,3557
Tubo *A k* prima dell'esperienza . .	„	47,3557
Differenza		00,0000
Tubo *B k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	47,2771
Tubo *B k* prima dell'esperienza . .	„	47,2740
Differenza		00,0031

CO^2 assorbita = mmg. 3,1.

ESPERIENZA DEL 14 OTTOBRE 1900.

Cielo coperto, temperatura media 15 C.i.
Colle stesse piante.
Durata dell'esperienza dalle ore 9 alle 16.

Tubo *A k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	47,2770
Tubo *A k* prima dell'esperienza . .	„	47,2773
Differenza		00,0003
Tubo *B k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	47,3602
Tubo *B k* prima dell'esperienza . .	„	47,3557
Differenza		00,0045

CO^2 formatasi = mmg. 4,5.

Riassunto dei risultati.

(Piante: *Eucaliptus globulus*, *Eupatorium cannabinum*, *Arbutus Unedo*.)

Data	Temperatura Cent.i	Durata	Cielo	CO^2 assorbita
1 Ottobre 1900	18°	8 ore	vario	mmg.i 5,0
4 „ „	17	8 „	„	„ 4,2
5 „ „	19	8 „	„	„ 6,2
6 „ „	17	8 „	annebbiato	„ 3,1
14 „ „	15	7 „	coperto	„ 4,5

Se l'aria, prima di passare attraverso il tubo a combustione si fa gorgogliare in soluto di cloruro rameoso acido, la quantità di CO^2 assorbita dal tubetto tarato *B k* non cambia, quindi viene escluso che il biossido di carbonio formatosi debbasi attribuire ad ossido di carbonio emesso dalle piante, appunto perchè il cloruro rameoso ha, come è noto, il potere di assorbire l'ossido di carbonio e non di fissare il metano.

Come si rileva da queste esperienze, non v'ha dubbio che i vegetali emettono degli idrocarburi in condizioni normali di vegetazione, come erano appunto le piante sulle quali ho operato. E non si può dubitare che queste sostanze non vengano emesse dai vegetali, perchè tutto l'idrogeno e carbonio dell'atmosfera sono eliminati prima che possano penetrare nella campana dove stanno confinate le piante.

Questo fatto, che mi sembra assai importante per la fisiologia vegetale era, come già dissi, sospettato dal Boussingault, il quale coll'analisi eudiometrica trovò costantemente che i vegetali esposti al sole emettono del gaz combustibile che egli credeva metano (CH^4).

Le sue esperienze però, benchè assai interessanti, non ebbero seguito perchè egli operò sopra piante immerse per delle ore in acqua e venne quindi interpretata codesta emissione di gaz come un prodotto di una prima decomposizione delle parti vegetali.

Ora invece si è operato sopra piante vegetanti benissimo ed in condizioni normali, e con metodo anche più rigoroso di quello usato da Boussingault; quindi si può concludere:

Che le piante in vegetazione, esposte alla luce solare, emanano dell' idrogeno carbonato.

Ma l'acqua raccolta nei tubetti tarati a cloruro di calcio, operando come precedentemente ho descritto, è dovuta tutta alla scomposizione di idrocarburi, oppure in parte è dovuta alla presenza di idrogeno libero, pure emesso dalle piante?

Alla risoluzione di tale problema, ed anche alla determinazione precisa del principio idrocarbonato emesso, hanno avuto di mira le ricerche che qui sotto riporto, per le quali ho adoperato lo stesso apparecchio già descritto; solo che, oltre ai due tubetti (*A c* e *B c*) tarati e ripieni di cloruro di calcio, ne ho aggiunti due pure tarati (*A k* e *B k*) contenenti potassa caustica [1] ed ho determinato per ogni esperienza, col cambiamento del loro peso, la quantità di acqua formatasi contemporaneamente a quella del biossido di carbonio assorbito.

Dalla quantità di acqua ed anidride carbonica, ho calcolato quanto idrogeno e quanto carbonio emettevano le piante. Ho stabilito pure

[1] L'apparecchio completo è raffigurato nella Tavola I.

quanto metano potevo ottenere con la quantità trovata di carbonio; quanto idrogeno al massimo vi poteva essere nell'idrocarburo trovato e quindi quanto idrogeno libero al minimo rimaneva non combinato.

Ecco il risultato delle esperienze che, a causa della stagione avversa, dovetti interrompere ma che ripresi nella primavera del 1901:

ESPERIENZA DEL 21 MAGGIO 1901.

Cielo vario, temperatura media 18 C.i.
Sopra piante di *Arum Colocasia*.
Durata dell'esperienza dalle ore 8 $^1/_2$ alle 17.

Tubo *A k* dopo l'esperienza [1] . . .	gr.	45,4102
Tubo *A k* prima dell'esperienza . .	„	45,4101
Differenza		00,0001
Tubo *B k* dopo l'esperienza [2] . . .	gr.	33,0830
Tubo *B k* prima dell'esperienza . .	„	33,0778
Differenza		00,0052

CO^2 assorbita = mmg. 5,2.

Tubo *A c* dopo l'esperienza [3] . . .	gr.	40,8520
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	40,8525
Differenza		00,0005
Tubo *B c* dopo l'esperienza [4] . . .	gr.	41,9556
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	41,9401
Differenza		00,0155

H^2O assorbita = mmg. 15,5.

Ora si ha che in gr. 00,0155 di acqua formatasi vi sono di idrogeno in peso gr. 00,0017 giusta la proporzione seguente:

$$18 : 2 :: 15,5 : x = \frac{2 \times 15,5}{18} = 1,7,$$

[1] Il tubo *A k* è tarato, ripieno di potassa e serve di controllo.

[2] Il tubo *B k* è tarato, ripieno di potassa e destinato ad assorbire tutto il biossido di carbonio che si forma al passaggio dell'aria per l'ossido di rame al calor rosso. (Vedi Tav. I.)

[3] Il Tubo *A c* è tarato, ripieno di cloruro di calcio e serve per controllo.

[4] Il tubo *B c* è tarato, ripieno di cloruro di calcio ed assorbe l'acqua che si forma al passaggio dell'aria (in cui hanno vegetato le piante) attraverso il tubo a combustione.

in cui 18 rappresenta il peso di una molecola d'acqua ($H^2 = 2$; $O = 16$), 2 rappresenta il peso molecolare dell'idrogeno contenuto in una molecola d'acqua (H^2) e 15,5 quello dell'acqua assorbita dal tubo *B c*. Questo prodotto dunque di 1,7 ci dà la quantità in peso di idrogeno passato attraverso il tubo di ossido di rame.

Di biossido di carbonio ne è stato assorbito dal tubo *B k* gr. 0,0052, ossia in peso di carbonio solo mmg. 1,4 giusta la proporzione:

$$44 : 12 :: 5{,}2 : x = \frac{12 \times 5{,}2}{44} = 1{,}4.$$

In cui il numero 44 rappresenta il peso della molecola del biossido di carbonio ($C = 12$, $O^2 = 32$); il numero 12 il peso di un atomo di carbonio ed il numero 5,2 è la quantità di biossido di carbonio assorbita dai tubi a potassa.

Ora quanto metano, ossia l'idrocarburo più ricco d'idrogeno in proporzione del carbonio posso ottenere con mmg. 1,4 di carbonio?

Posso formare mmg. 1,8 di metano.

Infatti:

$$12 : 16 :: 1{,}4 : x = \frac{16 \times 1{,}4}{12} = 1{,}8.$$

In cui il numero 12 indica il peso di un atomo di carbonio, il numero 16 il peso della molecola del metano ($C = 12$; $H^4 = 4$); il numero 1,4 è il peso del carbonio assorbito dal tubo *B k*.

Mediante poi la seguente proporzione posso calcolare quanto idrogeno è in mmg. 1,8 di metano:

$$16 : 4 :: 1{,}8 : x = \frac{4 \times 1{,}8}{16} = 0{,}4,$$

mmg. 0,4 è la quantità di idrogeno in peso che fa parte di mmg. 1,8 di $C H^4$; infatti il numero 16 indica il peso della molecola del metano; il 4 è il peso dell'idrogeno di una molecola del metano ($H^4 = 4$) e 1,8 è la quantità di metano che si può formare con 1,4 di carbonio.

Dunque ammettendo che l'idrocarburo che emettono le piante sia del metano ($C H^4$), resta per questa esperienza dell'idrogeno libero fra i gaz emessi ed in proporzione di mmg. 1,3 poichè:

l'idrogeno totale emesso è	mmg.	1,7
l'idrogeno facente parte di 1,8 di $C H^4$.	„	0,4
Idrogeno non combinato con C, cioè libero,	mmg.	1,3

Escluso che il biossido di carbonio formatosi dopo la combustione sia dato da ossido di carbonio, io non saprei determinare questo idrocarburo emesso se non per metano, specialmente poi riandando anche ai risultati delle ricerche di Boussingault e a risultati miei, che riporto più avanti; ma in ogni modo sta il fatto, ed era il principale scopo delle mie ricerche, che cioè da questa prima esperienza mi risultava che fra i gas emessi dalle piante vegetanti in condizioni normali è dell'idrogeno libero, ed in quantità sensibile, perchè se invece del metano di cui io ho ammesso la presenza, senza potere con assoluta certezza dimostrarlo, si trattasse di un altro idrocarburo (C^2H^6 od altri della serie) otterrei nel risultato dei calcoli sempre maggiore quantità di carbonio in confronto dell'idrogeno trovato e di conseguenza risulterebbe di non poco aumentata la quantità di idrogeno libero.

Infatti, supponiamo che invece di metano (CH^4), sia dell'etano (C^2H^6) l'idrocarburo emesso dalle parti verdi delle piante sottoposte a questa prima esperienza, allora avremo che:

$$24 : 30 :: 1{,}4 : x = \frac{30 \times 1{,}4}{24} = 1{,}7,$$

1,7 è la quantità di etano che posso ottenere con 1,4 di carbonio.

Il numero 24 ci rappresenta il peso del carbonio contenuto in una molecola di etano ($C^2 = 24$) ed il numero 30 il peso della molecola dell'etano ($C^2 = 24 + H^6 = 6 = 30$); 1,4 è la quantità di carbonio assorbita, e quindi:

$$30 : 6 :: 1{,}7 : x = \frac{6 \times 1{,}7}{30} = 0{,}3,$$

0,3 è la quantità di idrogeno che trovasi in 1,7 di etano.

Il numero 30 è il peso della molecola dell'etano, il numero 6 è il peso di sei atomi di idrogeno facenti parte della molecola dell'etano; 1,7 è la quantità di etano possibile ad aversi con il carbonio assorbito.

L'idrogeno totale emesso essendo 1,7 resterebbe idrogeno libero non combinato con carbonio

$$1{,}7 - 0{,}3 = 1{,}4.$$

La quantità dunque di idrogeno libero è aumentata supponendo che sia l'etano piuttosto che il metano l'idrocarburo emesso dalle parti verdi dei vegetali: questa quantità aumenta sempre per la stessa ragione qualora si supponga che sia qualche altro idrocarburo il gas emesso dalle piante insieme all'idrogeno libero.

Esperienza del 23 Maggio 1901.

Cielo sereno, temperatura media 19 C.[i]
Sopra piante di *Arum Colocasia.*
Durata dell'esperienza dalle ore 8 $^1/_2$ allo 17.

Tubo *A k* dopo l'esperienza . . .	gr.	63,3600
Tubo *A k* prima dell'esperienza . .	„	63,3604
Differenza		00,0004

Tubo *B k* dopo l'esperienza	gr.	70,6798
Tubo *B k* prima dell'esperienza . .	„	70,6733
Differenza		00,0065

CO^2 assorbita = mmg. 6,5.

Tubo *A c* dopo l'esperienza	gr.	57,1810
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	57,1810
Differenza		00,0000

Tubo *B c* dopo l'esperienza	gr.	58,0206
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	58,0036
Differenza		00,0170

H^2O assorbita = mmg. 17,0.

$\frac{2 \times 17,0}{18} = 1,8$ Idrogeno passato pel tubo a combustione.

$\frac{12 \times 6,5}{44} = 1,7$ Carbonio passato pel tubo a combustione.

$\frac{16 \times 1,7}{12} = 2,2$ Metano che si può formare con 1,7 di carbonio.

$\frac{4 \times 2,2}{16} = 0,5$ Quantità di idrogeno per saturare mmg. 2,2 di metano.

Anche in questa esperienza, come si vede, resta libero una quantità di idrogeno (mmg. 1,3) non indifferente quando si consideri che il calcolo è fatto per peso e che le molte combinazioni a cui può dar luogo a causa del suo stato nascente, devono diminuire certo di molto la sua quantità.

ESPERIENZA DEL 24 MAGGIO 1901.

Cielo coperto, temperatura media 20 C.i.
Con piante di *Arum Colocasia*.
Durata dell'esperienza dalle ore 8 1/2 alle 17 1/2.

Tubo *A k* dopo l'esperienza . . .	gr.	63,3601
Tubo *A k* prima dell'esperienza . .	„	63,3604
Differenza		00,0003

Tubo *B k* dopo l'esperienza	gr.	70,6849
Tubo *B k* prima dell'esperienza . .	„	70,6795
Differenza		00,0054

H^2O assorbita = mmg. 5,4.

Tubo *A c* dopo l'esperienza	gr.	57,1818
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	57,1817
Differenza		00,0001

Tubo *B c* dopo l'esperienza	gr.	58,0375
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	58,0226
Differenza		00,0149

CO^2 assorbita = mmg. 14,9.

$\frac{2 \times 14,9}{18} = 1,6$ Idrogeno totale 1,6.

$\frac{12 \times 5,4}{44} = 1,4$ Carbonio totale 1,4.

$\frac{16 \times 1,4}{12} = 1,8$ Metano che si può formare con 1,4 di C.

$\frac{4 \times 1,8}{16} = 1,4$ Idrogeno che basta per saturare mmg. 1,8 di CH^4.

Idrogeno libero mmg. 1,2.

ESPERIENZA DEL 26 MAGGIO 1901.

Cielo coperto, temperatura media 19 C.i.
Con piante di *Arum Colocasia*.
Durata dell'esperienza dalle ore 8 1/2 alle 17.

Tubo *A k* dopo l'esperienza	gr.	63,3605
Tubo *A k* prima dell'esperienza . .	„	63,3605
Differenza		00,0000

Tubo *B k* dopo l'esperienza	gr.	70,6922
Tubo *B k* prima dell' esperienza . .	„	70,6850
Differenza		00,0072

C O² assorbita = mmg. 7,2.

Tubo *A c* dopo l'esperienza	gr.	57,1818
Tubo *A c* prima dell' esperienza . .	„	57,1815
Differenza		00,0003

Tubo *B c* dopo l'esperienza	gr.	58,0511
Tubo *B c* prima dell' esperienza . .	„	58,0378
Differenza		00,0133

H² O formatasi = mmg. 13,3.

$$\frac{2 \times 13,3}{18} = 1,4 \quad \frac{12 \times 7,2}{44} = 1,9 \quad \frac{16 \times 1,9}{12} = 2,5 \quad \frac{4 \times 2,5}{16} = 0,6. *$$

Dall' idrogeno totale 1,4 sottraendo 0,6 ne rimane sempre di idrogeno libero 0,8.

Esperienza del 27 Maggio 1901.

Cielo coperto, temperatura media 19 C.ⁱ.
Con piante di *Arum Colocasia.*
Durata dell' esperienza dalle ore 8 ½ alle 17.

Tubo *A k* dopo l'esperienza	gr.	63,3606
Tubo *A k* prima dell' esperienza . .	„	63,3607
Differenza		00,0001

Tubo *B k* dopo l'esperienza	gr.	65,9140
Tubo *B k* prima dell' esperienza . .	„	65,9086
Differenza		00,0054

C O² assorbita = mmg. 5,4.

Tubo *A c* dopo l'esperienza	gr.	57,1818
Tubo *A c* prima dell' esperienza . .	„	57,1818
Differenza		00,0000

* Vedi per la spiegazione di queste equazioni la descrizione della 1.ª esperienza.

Tubo *B c* dopo l'esperienza	gr.	55,4255
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	55,4085
Differenza		00,0170

H^2O assorbita = mmg. 17,0.

$$\frac{2 \times 17,0}{18} = 1,8 \quad \frac{12 \times 5,4}{44} = 1,4 \quad \frac{16 \times 1,4}{12} = 1,8 \quad \frac{4 \times 1,8}{16} = 0,4.$$

Idrogeno totale	mmg.	1,8
Carbonio totale	„	1,4

Di metano se ne può formare solo 1,8. Di idrogeno libero almeno 1,8 — 0,4 = mmg. 1,4.

Esperienza del 28 Maggio 1901.

Cielo sereno, temperatura media 20 C.ⁱ.
Con piante di *Arum Colocasia.*
Durata dell'esperienza dalle ore 8 $^1/_2$ alle 17.

Tubo *A k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	63,3606
Tubo *A k* prima dell'esperienza . .	„	63,3606
Differenza		00,0000
Tubo *B k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	65,9207
Tubo *B k* prima dell'esperienza . .	„	65,9139
Differenza		00,0068

CO^2 assorbita = mmg. 6,8.

Tubo *A c* dopo l'esperienza	gr.	57,1815
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	57,1817
Differenza		00,0002
Tubo *B c* dopo l'esperienza	gr.	55,4263
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	55,4100
Differenza		00,0163

H^2O assorbita = mmg. 16,3.

$$\frac{2 \times 16,3}{19} = 1,8 \quad \frac{12 \times 6,8}{44} = 1,8 \quad \frac{16 \times 1,8}{12} = 2,4 \quad \frac{4 \times 2,4}{16} = 0,6.$$

1,8	H totale emesso .	mmg.	1,8
— 0,6	C „ „ .	„	1,8
1,2	CH^4 possibile . .	„	2,4
	H libero almeno .	„	1,2

Esperienza del 30 Maggio 1901.

Cielo sereno, temperatura media 21 C.i.
Con piante di *Arum Colocasia.*
Durata dell' esperienza dalle ore 8 1/2 alle 17.

Tubo *A k* dopo l' esperienza. . . .	gr.	63,3605
Tubo *A k* prima dell' esperienza . .	„	63,3601
Differenza		00,0004

Tubo *B k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	65,9275
Tubo *B k* prima dell' esperienza . .	„	65,9203
Differenza		00,0072

CO^2 assorbita = mmg. 7,2.

Tubo *A c* dopo l'esperienza. . . .	gr.	57,1820
Tubo *A c* prima dell' esperienza . .	„	57,1814
Differenza		00,0004

Tubo *B c* dopo l' esperienza. . . .	gr.	55,4415
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	55,4270
Differenza		00,0145

H^2O assorbita = mmg. 14,5.

$$\frac{2 \times 14,5}{18} = 1,6 \quad \frac{12 \times 7,2}{44} = 1,9 \quad \frac{16 \times 1,9}{12} = 2,5 \quad \frac{4 \times 2,5}{16} = 0,6.$$

1,6	H totale emesso .	mmg.	1,6
— 0,6	C „ „ .	„	1,9
1,0	CH^4 possibile . .	„	2,5
	H libero almeno .	„	1,0

Esperienza del 31 Maggio 1901.

Cielo sereno, temperatura media 21 C.i.
Con piante di *Buxus chinensis.*
Durata dell' esperienza dalle ore 8 1/2 alle 17.

Tubo *A k* dopo l' esperienza. . . .	gr.	63,3605
Tubo *A k* prima dell' esperienza . .	„	63,3603
Differenza		00,0002

Tubo *B k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	65,9322
Tubo *B k* prima dell'esperienza . .	"	65,9277
Differenza		00,0045

CO^2 assorbita = mmg. 4,5.

Tubo *A c* dopo l'esperienza. . . .	gr.	57,1825
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	"	57,1823
Differenza		00,0002

Tubo *B c* dopo l'esperienza. . . .	gr.	55,4511
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	"	55,4410
Differenza		00,0101

H^2O assorbita = mmg. 10,1.

$$\frac{2 \times 10{,}1}{18} = 1{,}1 \quad \frac{12 \times 4{,}5}{44} = 1{,}2 \quad \frac{16 \times 1{,}2}{12} = 1{,}2 \quad \frac{4 \times 1{,}2}{16} = 0{,}3.$$

1,1	H totale emesso . mmg.	1,1
— 0,3	C " " . "	1,2
0,8	C H⁴ possibile . . "	1,2
	H libero almeno . "	0,8

ESPERIENZA DEL 2 GIUGNO 1901.

Cielo vario, temperatura media 22 C.ⁱ.
Con piante di *Buxus chinensis.*
Durata dell'esperienza dalle ore 8 ½ alle 17.

Tubo *A k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	65,9325
Tubo *A k* prima dell'esperienza . .	"	65,9325
Differenza		00,0000

Tubo *B k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	63,3667
Tubo *B k* prima dell'esperienza . .	"	63,3607
Differenza		00,0060

CO^2 assorbita = mmg. 6,0.

Tubo *A c* dopo l'esperienza. . . .	gr.	55,4515
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	"	55,4512
Differenza		00,0003

Tubo *Bc* dopo l'esperienza . . . . gr. 57,1958
Tubo *Bc* prima dell'esperienza . . „ 57,1825

Differenza 00,0133

H^2O assorbita = mmg. 13,3.

$$\frac{2 \times 13,3}{18} = 1,4 \quad \frac{12 \times 6,0}{44} = 1,6 \quad \frac{16 \times 1,6}{12} = 2,1 \quad \frac{4 \times 2,1}{16} = 0,5.$$

1,4	H totale emesso .	mmg.	1,4
— 0,5	C „ „ .	„	1,6
0,9	CH^4 possibile . .	„	2,1
	H libero almeno .	„	0,9

Esperienza del 3 Giugno 1901.

Cielo vario, temperatura media 24 C.i.
Sopra piante di *Buxus chinensis*.
Durata dell'esperienza dalle ore 8 1/2 alle 17.

Tubo *Ak* dopo l'esperienza . . . . gr. 65,9328
Tubo *Ak* prima dell'esperienza . . „ 65,9326

Differenza 00,0002

Tubo *Bk* dopo l'esperienza . . . . gr. 63,3721
Tubo *Bk* prima dell'esperienza . . „ 63,3669

Differenza 00,0052

CO^2 assorbita = mmg. 5,2.

Tubo *Ac* dopo l'esperienza . . . . gr. 55,4518
Tubo *Ac* prima dell'esperienza . . „ 55,4520

Differenza 00,0002

Tubo *Bc* dopo l'esperienza . . . . gr. 57,1953
Tubo *Bc* prima dell'esperienza . . „ 57,1830

Differenza 00,0123

H^2O assorbita = mmg. 12,3.

$$\frac{2 \times 12,3}{18} = 1,3 \quad \frac{12 \times 5,2}{44} = 1,4 \quad \frac{16 \times 1,4}{12} = 1,8 \quad \frac{4 \times 1,8}{16} = 0,4.$$

1,3	H totale emesso .	mmg.	1,3
— 0,4	C „ „ .	„	1,4
0,9	CH^4 possibile . .	„	1,8
	H libero almeno .	„	0,9

ESPERIENZA DEL 9 GIUGNO 1901.

Cielo vario, temperatura media 23 C.i.
Con piante di *Buxus chinensis*.
Durata dell'esperienza dalle ore 8 1/2 alle 17.

Tubo *A k* dopo l'esperienza	gr.	65,9320
Tubo *A k* prima dell'esperienza . .	„	65,9320
Differenza		00,0000
Tubo *B k* dopo l'esperienza	gr.	63,3729
Tubo *B k* prima dell'esperienza . .	„	63,3670
Differenza		00,0059

CO^2 assorbita = mmg. 5,9.

Tubo *A c* dopo l'esperienza	gr.	55,4525
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	55,4529
Differenza		00,0004
Tubo *B c* dopo l'esperienza	gr.	59.0259
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	59,0149
Differenza		00,0110

H^2O assorbita = mmg. 11,0.

$$\frac{2 \times 11,0}{18} = 1,2 \quad \frac{12 \times 5,9}{44} = 1,6 \quad \frac{16 \times 1,6}{12} = 2,1 \quad \frac{4 \times 2,1}{16} = 0,5.$$

1,2	H totale emesso .	mmg.	1,2
— 0,5	C „ „ .	„	1,6
0,7	C H^4 possibile . .	„	2,1
	H libero almeno .	„	0,7

ESPERIENZA DEL 10 GIUGNO 1901.

Cielo vario, temperatura media 24 C.i.
Con piante di *Canna indica* var.
Durata dell'esperienza dalle ore 8 1/2 alle 17.

Tubo *A k* dopo l'esperienza	gr.	65,9325
Tubo *A k* prima dell'esperienza . .	„	65,9321
Differenza		00,0004

Tubo *B k* dopo l'esperienza	gr.	63,3780
Tubo *B k* prima dell'esperienza . .	„	63,3732
Differenza		00,0048

CO^2 assorbita = mmg. 4,8.

Tubo *A c* dopo l'esperienza	gr.	55,4529
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	55,4533
Differenza		00,0004
Tubo *B c* dopo l'esperienza	gr.	59,0364
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	59,0257
Differenza		00,0107

H^2O assorbita = mmg. 10,7.

$$\frac{2 \times 10,7}{18} = 1,1 \quad \frac{12 \times 4,8}{44} = 1,3 \quad \frac{16 \times 1,3}{12} = 1,7 \quad \frac{4 \times 1,7}{16} = 0,4.$$

1,1	H totale emesso .	mmg.	1,1
— 0,4	C „ „ .	„	1,3
0,7	CH^4 possibile . .	„	1,7
	H libero almeno .	„	0,7

Esperienza del 12 Giugno 1901.

Cielo vario, temperatura media 22 C.i.
Con piante di *Canna indica*.
Durata dell'esperienza dalle ore 8 ½ alle 17.

Tubo *A k* dopo l'esperienza	gr.	65,9323
Tubo *A k* prima dell'esperienza . .	„	65,9323
Differenza		00,0000
Tubo *B k* dopo l'esperienza	gr.	63,3854
Tubo *B k* prima dell'esperienza . .	„	63,3785
Differenza		00,0069

CO^2 assorbita = mmg. 6,9.

Tubo *A c* dopo l'esperienza	gr.	55,4525
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	55,4527
Differenza		00,0002

Tubo *B c* dopo l'esperienza	gr.	59,0285
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	59,0150
Differenza		00,0135

H^2O formatasi = mmg. 13,5.

$$\frac{2 \times 13,5}{18} = 1,5 \quad \frac{12 \times 6,9}{44} = 1,8 \quad \frac{16 \times 1,8}{12} = 2,4 \quad \frac{4 \times 2,4}{16} = 0.6.$$

C in combinazione con idrogeno emesso mmg. 1,8

1,5	H totale emesso .	mmg.	1,5
— 0,6	CH^4 possibile . .	„	2,4
0,9	H libero almeno .	„	0,9

Esperienza del 14 Giugno 1901.

Cielo coperto, temperatura media 21 C.i.
Con piante di *Canna indica.*
Durata dell'esperienza dalle ore 8 1/2 alle 17.

Tubo *A k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	65,9325
Tubo *A k* prima dell'esperienza . .	„	65,9327
Differenza		00,0002
Tubo *B k* dopo l'esperienza. . . .	gr.	63,3909
Tubo *B k* prima dell'esperienza . .	„	63,3855
Differenza		00,0054

CO^2 assorbita = mmg. 5,4.

Tubo *A c* dopo l'esperienza. . . .	gr.	55,4505
Tubo *A c* prima dell'esperienza . .	„	55,4501
Differenza		00,0004
Tubo *B c* dopo l'esperienza. . . .	gr.	59,0427
Tubo *B c* prima dell'esperienza . .	„	59,0280
Differenza		00,0147

H^2O assorbita = mmg. 14,7.

$$\frac{2 \times 14,7}{18} = 1,6 \quad \frac{12 \times 5,4}{44} = 1,4 \quad \frac{16 \times 1,4}{12} = 1,8 \quad \frac{4 \times 1,8}{16} = 0,4.$$

C in combinazione con idrogeno emesso mmg. 1,4

1,6	H totale emesso .	mmg.	1,6
— 0,4	CH^4 possibile . .	„	1,8
1,2	H libero almeno .	„	1,2

Quadro riassuntivo.

(Esperienze fatte con *Arum Colocasia*, *Buxus chinensis* e *Canna indica.*)

1901 Data	Temperatura	Cielo	H^2O formatasi	CO^2 prodottosi	H libero	CH^4 possibile	C in combinazione con H	H totale	Durata
			mmg.	mmg.	mmg.	mmg.	mmg.	mmg.	ore
21 Magg.	18 C.°	vario	15,5	5,2	1,3	1,8	1,4	1,7	3 ½
23 „	19 „	sereno	17,0	6,5	1,3	2,2	1,7	1,8	„
24 „	20 „	coperto	14,9	5,4	1,2	1,8	1,4	1,6	9
26 „	19 „	„	13,3	7,2	0,8	2,5	1,9	1,4	8 ½
27 „	19 „	„	17,0	5,4	1,4	1,8	1,4	1,8	„
28 „	20 „	sereno	16,3	6,8	1,2	2,4	1,8	1,8	„
30 „	21 „	„	14,5	7,2	1,0	2,5	1,9	1,6	„
31 „	21 „	„	10,1	4,5	0,8	1,2	1,2	1,1	„
2 Giug.	22 „	vario	13,3	6,0	0,9	2,1	1,6	1,4	„
3 „	24 „	„	12,3	5,2	0,9	1,8	1,4	1,3	„
9 „	23 „	„	11,0	5,9	0,7	2,1	1,6	1,2	„
10 „	24 „	„	10,7	4,8	0,7	1,7	1,3	1,1	„
12 „	22 „	„	13,5	6,9	0,9	2,4	1,8	1,5	„
14 „	21 „	coperto	14,7	5,4	1,2	1,8	1,4	1,6	„

Dai risultati di queste esperienze tutti concordanti fra di loro, parmi si possa concludere che le piante esposte alla luce solare ***emettono del gaz idrogeno libero e dell'idrogeno combinato a carbonio.***

*
* *

Oltre al metodo ora descritto, mi sono valso anche di diversi altri, allo scopo di accertarmi sempre più della presenza di idrogeno nell'aria emessa dalle piante e poter dare maggior valore a quanto io supponevo riguardo la genesi della formaldeide.

Così Jaeger [1] ha proposto l'anno scorso un ingegnoso apparecchio per la determinazione volumetrica dell'idrogeno, del metano e dell'azoto

[1] Jaeger Ed., *Zeitschrift für angewandte Chemie*, n.° 8, 1899, p. 173; ed in Poulenc, *Les nouveautés chimiques pour le 1900.* Paris 1900.

nelle miscele di gaz, per mezzo di combustioni frazionate, ed io mi sono pure servito di esso ottenendo risultati soddisfacentissimi.

Il detto apparecchio [1] consiste in una buretta graduata a cavità interna piccola, con divisioni sottili ed a doppie pareti (vedi *H*, fig. 3, Tav. II) in modo da poter circondarla d'acqua e mantenere una temperatura quasi costante; la buretta è divisa nei primi centimetri in decimi di centimetro cubo. Questa buretta è in comunicazione per mezzo di tubo di gomma, con un recipiente contenente acqua; recipiente che, alzato od abbassato, produce pressione od aspirazione nell'interno della buretta.

A questa si aggiunge un piccolo tubo da combustione di vetro di Jena difficilmente fusibile; le estremità di questo piccolo tubetto sono terminate (vedi fig. 5, Tav. II) per un foro capillare (*N*) da una parte. un foro largo invece dall'altra (*M*), destinato quest' ultimo a permettere l'introduzione dell'ossido di rame. Questo tubo riempito di ossido di rame riposa sopra un piccolo forno (*K*, fig. 3) scaldato per mezzo di un becco a gaz. Il forno è munito di un piccolo termometro (*T*) diviso in 270° gradi C.[1] Il bulbo di questo termometro si pone in fianco al tubo di combustione e segna la temperatura di quest'ultimo. Il tubo a combustione è messo in comunicazione da una parte con la buretta e dall'altra con una pipetta di Hempel (*V*, fig. 3). Il tubo di gomma, che riannoda la pipetta al tubo contenente l'ossido di rame, e quello che unisce il vetro infusibile alla buretta, sono muniti di legature fatte con filo di rame sottile.

L'apparecchio l'ho usato nel seguente modo: per mezzo di cambiamento di livello della boccia mobile, ho riempito la buretta coll'aria che volevo studiare, poi ho letto quanti gradi segnava ad una determinata pressione, indi ho portato il tubo di ossido di rame alla temperatura costante di 250 gradi e ho fatto passare lentamente l'aria raccolta nella buretta, attraverso l'ossido di rame per due o tre volte, servendomi per ottenere ciò sempre del cambiamento di livello fra la buretta e la boccia mobile.

Se vi è dell' idrogeno, dopo tre o quattro volte, esso è tutto fissato dall'ossido di rame; lasciando raffreddare il tubo a combustione, e riportando l'atmosfera imprigionata alle primiere condizioni di temperatura e pressione, si torna a leggere il volume occupato da essa; se questa è diminuita è segno che l'aria conteneva dell'idrogeno.

Levando in seguito il termometro e portando il tubo di combustione al calor rosso, se nell'aria che si studia vi è del metano, questo si fis-

[1] L'apparecchio è messo in commercio dalla Ditta *Peters e Rost* di Berlino.

serà e darà un'altra diminuzione di volume facilmente leggibile sopra le fini divisioni della buretta.

Per raccogliere l'aria dove ricercavo i principi idrogenati, mi servivo di una campana a perfetta tenuta, colla quale coprivo le piante (vedi Tav. II, fig. 2), che per lo più erano all'aperto in piena terra ed in forte vegetazione, in modo che le foglie riempissero quasi totalmente il vano della campana.

La campana portava alla sua estremità superiore un tubo con rubinetto che aprivo quando facevo la presa d'aria direttamente colla buretta per mezzo di aspirazione (fig. 2, *FG*). Per togliere il dubbio che i risultati potessero essere alterati da emanazioni provenienti dal suolo, per mezzo di mastice e lastre di vetro sulle quali riposava la campana, isolavo completamente le parti verdi delle piante in esame dal terreno.

I risultati ottenuti esperimentando con l'apparecchio a combustione frazionata sono i seguenti:

Esperienza del 4 Giugno 1900.

Con *Lactuca Scariola* in forte vegetazione.

Cielo sereno, temperatura 24 C.ⁱ.

L'aria della campana dove vegetava la pianta era confinata da 14 ore (dalla 18 $^1/_2$ del 3 Giugno alle 8 $^1/_2$ del giorno successivo).

Volume d'aria aspirata cc. 100.

Portato il tubo con ossido di rame al calor rosso ho ottenuto:

Diminuzione di volume dopo l'esperienza cc. 0,5.

Esperienza dello stesso giorno.

Senza piante (in bianco).

Durata dell'esperienza dalle ore 12 alle 18.

Aria aspirata cc. 100.

Dopo l'esperienza la diminuzione di volume è stata pressochè impercettibile.

Esperienza dello stesso giorno.

Aria confinata con *Lactuca Scariola.*

Esperienza dalle ore 10 alle 17 $^1/_2$.

Ho fatto l'esperienza portando prima il tubo di ossido di rame alla temperatura costante di 250 gradi, poi al calor rosso.

Dopo aver fatto passare 100 cc. dell'aria confinata, diverse volte attraverso il tubo a combustione mantenuto alla temperatura costante di 250 gradi, ho avuto la diminuzione di cc. 0,4 in volume; questa diminuzione segnerebbe appunto presenza di idrogeno libero.

Portai poi al calor rosso l'ossido di rame, e quella stessa aria fatta passare ancora diverse volte attraverso l'ossido ha segnato pure diminuzione del primitivo volume, (ad eguale pressione), di cc. 0,3, il che indicherebbe appunto la presenza di metano o di altri idrocarburi che si trovavano nell'aria confinata.

Esperienza del 5 Giugno 1901.

Cielo sereno, temperatura media 23 C.i.

Con piante di *Lactuca Scariola.*

Aria confinata dalle ore 17 $^1/_2$ del giorno 4 alle ore 10 del giorno 5.

Cu O a 250° gradi diminuzione di volume cc. 0,3
Cu O al calor rosso „ „ „ 0,4
Aria aspirata . . . . „ 100,0

Esperienza del 5 Giugno 1901.

Aria confinata con *Carthamus tinctorius* dalle ore 10 alle 16 del giorno 5.

Cu O a 250° gradi diminuzione di volume cc. 0,5
Cu O al calor rosso „ „ „ 0,4
Aria aspirata . . . . „ 100,0

Esperienza del 6 Giugno 1901.

Cielo vario, temperatura media 22 C.i.

Aria confinata con *Lactuca Dregeana* dalle ore 16 del giorno 5 alle 10 del giorno 6.

Cu O a 250° gradi diminuzione di volume cc. 0,3
Cu O al calor rosso „ „ „ 0,4
Aria aspirata . . . . „ 100,0

Esperienza del 7 Giugno 1901.

Cielo vario, temperatura media 23 C.i.

Aria confinata con *Dilivaria* sp. in forte vegetazione dalle ore 11 del giorno 6 alle 10 del giorno 7.

Cu O a 250° gradi diminuzione di volume cc. 0,3
Cu O al calor rosso „ „ „ 0,5
Aria aspirata . . . . „ 100,0

Esperienza del 7 Giugno 1901.

Aria confinata con *Cerinthe maior* dalle 10 del giorno 17 alle 16 dello stesso giorno.

Cu O a 250° gradi diminuzione di volume cc. 0,4
Cu O al calor rosso „ „ „ 0,5
Aria aspirata . . . . „ 100,0

Esperienza dell' 8 Giugno 1901.

Cielo vario, temperatura media 22 C.i.

Aria confinata con *Verbascum Thapsus* dalle ore 16 del giorno 7 alle 10 del giorno 8.

Cu O a 250° gradi diminuzione di volume cc. 0,4
Cu O al calor rosso „ „ „ 0,5
Aria aspirata . . . . „ 100,0

Esperienza del 9 Giugno 1901.

Cielo vario, temperatura 22 C.i.

Aria confinata con *Statice Limonium* dalle ore 10 del giorno 9 alle 12 dello stesso giorno.

Cu O a 250° gradi diminuzione di volume cc. 0,0
Cu O al calor rosso „ „ „ 0,05
Aria aspirata . . . . „ 100,0

Questa pianta ha dato risultati pressochè nulli. La pianta però non era in forte vegetazione, e se esaminiamo le ore che la pianta è stata chiusa sotto la campana, ci si persuade che il risultato anche qui corrisponde; giacchè la diminuzione di volume è in proporzione del tempo durante il quale l'aria è stata confinata.

Esperienza dell' 11 Giugno 1901.

Cielo vario, temperatura media 21 C.i.

Aria confinata con *Tolpis barbata* dalle ore 10 alle 13 del giorno 11.

Cu O a 250° gradi diminuzione di volume cc. 0,2
Cu O al calor rosso „ „ „ 0,2
Aria aspirata . . . . „ 100,0

Anche questa esperienza dimostra che la diminuzione di volume è proporzionata proprio alle ore di durata del contatto dell'aria, che serve all'analisi, con le piante in vegetazione; infatti la diminuzione è stata poca, e solo tre ore l'aria è rimasta chiusa sotto la campana.

ESPERIENZA DEL 13 GIUGNO 1901.

Cielo vario, temperatura 20 C.[i].

Aria confinata con piante di *Solanum Lycopersicum* dalle ore 17 del giorno 12 alle ore 10 $^1/_2$ del giorno 13.

CuO a 220° gradi	diminuzione di volume cc.	0,4
CuO al calor rosso	" " "	0,3
Aria aspirata	"	100,0

RIASSUNTO
delle esperienze fatte coll'apparecchio Jaeger.

Data	Temp.	Cielo	Cc. di aria confin.	Ore	Pianta	Dimin. di vol. H	Dimin. di vol. C H⁴
4 Giugno	24°	sereno	100	6	Senza pianta	0,0	0,1
4 "	24°	"	"	7 $^1/_2$	*Lactuca Scariola*	0,4	0,3
5 "	23°	"	"	16 $^1/_2$	" "	0,3	0,4
5 "	23°	"	"	6	*Carthamus tinctorius*	0,5	0,4
6 "	22°	vario	"	18	*Lactuca Dregeana*	0,3	0,4
7 "	23°	"	"	23	*Dilivaria* sp.	0,3	0,5
7 "	23°	"	"	6	*Cerinthe maior*	0,4	0,5
8 "	22°	"	"	18	*Verbascum Thapsus*	0,4	0,5
8 "	22°	"	"	2	*Statice Limonium*	0,0	0,05
11 "	21°	"	"	3	*Tolpis barbata*	0,2	0,2
13 "	20°	"	"	25	*Solanum Lycopersicum*	0,4	0,3

Il metodo col quale ho ottenuto gli ultimi risultati sopra descritti, certo non ha il valore di quello che ha servito per le mie prime ricerche, specialmente per la minore sensibilità ed esattezza; anch'esso però conferma i risultati avuti prima.

La diminuzione di volume non varia molto tra pianta e pianta, ma sibbene per il numero delle ore durante le quali l'aria sta confinata entro la campana.

Questo metodo non ha gran valore, io credo, per stabilire quantitativamente con esattezza i principi idrogenati di cui si va in cerca,

come pure non stabilisce se nella miscela dei gaz su cui si opera vi sia del metano piuttosto che altri idrocarburi,[1] ma è certo di grande utilità per poter distinguere l'idrogeno libero, quando questo è mescolato con altri gas idrogenati.

La sua facile applicazione agevola molto le ricerche di tale natura e lo credo destinato a rendere notevoli servizi alla fisiologia vegetale.

*
* *

Ho voluto pure continuare le ricerche con un altro metodo, proposto recentemente da Hempel per il dosaggio dell'idrogeno ed avendo con esso pure ottenuti risultati confermanti i precedenti, credo per ciò utile riportare quanto ho ottenuto.

Hempel ha proposto per la determinazione dell'idrogeno di servirsi della nota proprietà che ha il palladio di assorbire il gaz idrogeno. Perchè la reazione avvenga alla temperatura ordinaria, la spugna di palladio deve essere ossidata; con pochissimi grammi (4 o 5) di spugna di palladio ossidato, contenuto in un tubo di vetro si possono eseguire moltissime determinazioni. Per le mie ricerche ha molta importanza il fatto che, con le mescolanze di idrogeno, gaz delle paludi ed aria, si ha la sola combustione dell'idrogeno purchè si abbia cura che il palladio nella reazione non si riscaldi di troppo. Finchè la temperatura del tubo non oltrepassa i 100 gradi non è a temersi che il metano sia menomamente intaccato. In grazia di questa proprietà è possibile quindi, anche con questo metodo, stabilire se in una atmosfera vi è dell'idrogeno, e se esso è libero o combinato con altri corpi.

Valendomi di queste proprietà importanti del palladio, ho operato nel seguente modo:

L'aria tolta da campane diligentemente chiuse ed isolate dal terreno, nelle quali per del tempo avevano vegetato delle piante, la privavo dei gaz facilmente assorbibili dai soliti reattivi noti, servendomi specialmente di cloruro rameoso ammoniacale.

In modo che mi rimaneva in quest'aria solo dell'azoto, dell'idrogeno e del metano od altri idrocarburi, dato che ve ne fossero. Allora costringevo a passare quest'aria, misurata per mezzo di apposita buretta (Tav. II,

[1] Benchè l'autore proponga quest'apparecchio per la ricerca dell'idrogeno libero e del metano in miscele di gas ed azoto, io credo che il suo valore consista solo nel potere, mediante la differente temperatura, stabilire la presenza di idrogeno libero anche in miscele di idrocarburi, senza stabilire però di quale natura siano questi ultimi.

fig. 2), attraverso un tubo ad ⊔ rigonfiato nel centro (Tav. II, fig. 4), contenente dai 4 ai 5 gr. di ossido di palladio spugnoso, [1] tubo che collocavo in bagno maria alla temperatura costante di 95 gradi. Questo grado di temperatura deve servire prima a bruciare i residui di altri gaz, che si trovano in quest'aria, e poi ad impedire che la temperatura del palladio si alzi troppo quando l'idrogeno viene assorbito dall'ossido.

Il tubo ad ⊔ contenente palladio è attaccato con diligente chiusura ad una pipetta. L'aria è fatta passare due o tre volte per il tubo di palladio e, se vi è dell'idrogeno, esso è tutto assorbito. Cambiando l'acqua calda, in cui è immerso il tubo ad ⊔, con acqua fredda, misuravo il volume che aveva ora l'aria in esame e notavo la diminuzione. In tale operazione, volendo fare una ricerca quantitativa, bisogna tener conto dell'aria introdotta nella mescolanza per il tubo a palladio; questo volume è conosciuto una volta per sempre.

Per conservare all'ossido di palladio le sue proprietà assorbenti, si fa passare nel tubo una corrente d'aria, ciò che determina una produzione di vapor acqueo con sviluppo di calore, si toglie il metallo dal tubo e lo si calcina in crogiuolo, in modo da ossidarlo di nuovo superficialmente; così lo stesso palladio può servire ad un numero grande di esperienze.

Anche con questo metodo i risultati ottenuti sono stati abbastanza soddisfacenti; risultati che qui riporto per intero:

Esperienza del 14 Giugno 1901. [2]

Cielo coperto, temperatura 21 C.^{i}.

Aria confinata dalle 11 $^{1}/_{2}$ alle 15 con piante di *Mentha crispata*.

Sopra cc. 100 contrazione cc. 0,2.

Esperienza del 16 Giugno 1901.

Cielo vario, temperatura 20 C.^{i}.

Aria confinata dalle ore 16 del giorno 15 alle 11 del giorno 16 con piante di *Arum Colocasia*.

100 cc. di aria, contrazione cc. 0,4.

---

[1] Giova notare però che a me si è mostrato spesso più attivo il *nero di palladio*, preparato mediante riduzione del cloruro di palladio con l'alcool in soluzione fortemente alcalina, piuttosto dell'ossido di palladio preparato con il palladio portato al calor rosso.

[2] Le parti verdi sotto la campana sono isolate dal terreno per mezzo di lastre di vetro; e le esperienze sono state fatte per la massima parte sopra piante viventi in piena terra ed all'aperto come è figurato nella tav. II.

Esperienza del 17 Giugno 1901.

Cielo, il giorno 16 coperto, sereno il 17, temperatura 19 C.i.

Aria confinata dalle ore 11 del giorno 16 alle 11 del 17 con piante di *Arum Colocasia.*

100 cc. d'aria, contrazione cc. 0,5.

Esperienza del 18 Giugno 1901.

Cielo sereno il 17, coperto il 18, temperatura 20 C.i.

Aria confinata dalle ore 11 del giorno 17 alle 10 del 18 con piante di *Arum Colocasia.*

100 cc. di aria, contrazione cc. 0,5.

Esperienza del 19 Giugno 1901.

Cielo coperto il 18 e 19, temperatura 20 C.i.

Aria confinata dalle ore 10 del giorno 18 alle 11 del 19 con piante di *Arum Colocasia.*

100 cc. di aria, contrazione cc. 0,6.

Esperienza del 20 Giugno 1901.

Cielo coperto il 19, sereno il 20, temperatura 21 C.i.

Aria confinata dalle ore 11 del giorno 19 alle 10 del giorno 20 con piante di *Kalla Etiopica.*

100 cc. di aria, contrazione cc. 0,4.

Esperienza del 27 Giugno 1901.

Cielo vario il 26, sereno il 27, temperatura 22 C.i.

Aria confinata dalle ore 11 del giorno 26 alle ore 11 del 27 con piante di *Polygonum Sieboldi.*

100 cc. di aria; contrazione cc. 0,4.

Esperienza del 28 Giugno 1901.

Cielo vario, temperatura 23 C.i.

Aria confinata dalle ore 8 $^1/_2$ alle 17 $^1/_2$ dello stesso giorno con piante di *Poligonum Sieboldi.*

100 cc. di aria, contrazione cc. 0,3.

Esperienza del 30 Giugno 1901.

Cielo coperto, temperatura 24 C.ⁱ.

Aria confinata dalle 9 alle 17 $^1/_2$ dello stesso giorno con piante di *Rheum*.

100 cc. di aria, contrazione cc. 0,4.

Esperienza del 2 Luglio 1901.

Cielo vario, temperatura 23 C.ⁱ.

Aria confinata dalle ore 8 $^1/_2$ alle 17 $^1/_2$ dello stesso giorno con piante di *Rheum*.

100 cc. di aria, contrazione cc. 0,4.

Esperienza del 4 Luglio 1901.

Temperatura 23 C.ⁱ.

Aria confinata in campana senza piante dalle 8 $^1/_2$ alle 15 $^1/_2$.

100 cc. di aria, contrazione pressochè insensibile.

Riassunto delle esperienze col Palladio. *

Data	Temperatura	Cielo	Durata	Piante	Volume d'aria primitivo	Contrazione
14 Giugno	21° C.ⁱ.	coperto	3 $^1/_2$	*Mentha crispata*	100 cc.	0,2
15-16 „	20° „	vario	19	*Arum Colocasia*	„ „	0,4
16-17 „	19° „	coperto-sereno	24	„ „	„ „	0,5
17-18 „	20° „	sereno-coperto	23	„ „	„ „	0,5
18-19 „	20° „	coperto	23	„ „	„ „	0,6
19-20 „	21° „	coperto-sereno	23	*Kalla Etiopica*	„ „	0,4
26-27 „	22° „	vario-sereno	24	*Polygonum Sieboldi*	„ „	0,4
28 „	23° „	vario	9	„ „	„ „	0,3
30 „	24° „	coperto	8 $^1/_2$	*Rheum*	„ „	0,4
2 Luglio	23° „	vario	9	„	„ „	0,4
4 „	23° „	—	7	senza piante	„ „	0,0

* Il tubo ad ossido di palladio, come in tutte le esperienze successive, è stato mantenuto durante il passaggio dell'aria da analizzare alla temperatura costante di 95 gradi.

***

Oltre a questo metodo, proposto da Hempel, ho esperimentato anche quello di Winkler, il quale preferisce di impiegare l'amianto palladiato alla spugna di palladio. Il suo apparecchio è semplicissimo, e si opera facendo passare il gaz attraverso un tubo capillare, curvato ad angolo retto alle due estremità, entro il quale si introduce senza pressione un filo d'amianto impregnato di palladio finamente diviso; il tubo capillare è riscaldato dall'esterno e ad una temperatura non inferiore ai 60 gradi, perchè pare che d'idrogeno misto con aria, non venga ossidato dal palladio al di sotto di questa temperatura.

I risultati ottenuti con questo apparecchio [1] sono stati pressochè eguali a quelli avuti coll'apparecchio di Hempel, e non credo quindi conveniente riportare qui le singole esperienze fatte in proposito; solo noterò che la diminuzione di volume avuta per il passaggio del gaz dal tubo con l'amianto palladiato mi è quasi sempre risultata meno marcata di quella avuta colla spugna di palladio ossidato. La contrazione però di volume è sempre stata sensibile, e questa mancava, o quasi, se sotto la campana non vi erano piante in vegetazione. Il che dimostra chiaramente come la contrazione avvenuta, rivela un gaz scomparso dopo la combustione; gaz che manca quando non trovansi le parti verdi di piante in vegetazione sotto la campana. E questo gaz non può essere altro, in questo caso, che idrogeno libero.

***

Diverse prove ho poi tentato con eudiometri, specialmente allo scopo di meglio studiare la natura del principio idrogenato che accompagna nell'emissione l'idrogeno libero; queste prove però non mi hanno dato finora risultati sufficienti per concludere qualche cosa di certo sopra la precisa specie dell'idrocarburo; mi hanno però confermato in generale la presenza di idrogeno nell'aria confinata per delle ore con delle piante in vegetazione.

Per queste esperienze mi sono servito di diverse forme di eudiometri e ne ho fatto anche costruire appositamente alcuni a lume strettissimo e di tubo assai lungo per rendere maggiormente sensibile la contrazione di volume dopo lo scoppio della scintilla, ma l'apparecchio che meglio mi ha servito è stato quello proposto recentemente [2] da

---

[1] Fabbricato dalla Ditta *Peters e Rost* di Berlino.

[2] L. M. Dennis et G. C. Hopkins, *The Analyst*. Avril, pag. 106, 1899.

Dennis e Hopkins per il dosaggio dell'ossido di carbonio, del metano e dell'idrogeno in mescolanze gazzose.[1]

Esso consiste in una boccia di vetro (Tav. II, fig. 1) abbastanza grande, che da una parte lascia passare nel suo interno, per mezzo di un tappo di gomma forato, due fili di rame che sono riuniti insieme con una piccola spirale in platino; ad una estremità la boccia comunica con tubo capillare ad S, e dall'altra con tubi di gomma, ad un serbatoio di mercurio (*C*, fig. 1) avente l'ufficio di pompa. Come apparecchio di misura mi sono servito di una buretta (fig. 1, *B*) eguale a quella già descritta per l'apparecchio Jaeger. Una quantità misurata dell'aria confinata per diverse ore con parti verdi vegetanti di piante, la introducevo nella buretta (*B*); per mezzo di dislivello producevo il vuoto nell'eudiometro. Stabilivo allora un contatto elettrico per mezzo di accumulatori e rendevo così incandescente la spirale di platino che è unita con due fili di rame; allora, aprendo con cautela apposito rubinetto, facevo passare l'aria che era contenuta nella buretta, nella boccia della pipetta colla velocità di circa 10 a 20 centimetri cubi per minuto. Se vi era dell'idrogeno, doveva aver luogo una combustione con relativa diminuzione di volume dell'aria contenuta nella pipetta.

Con questo metodo ho sottoposto varie volte all'osservazione diverse quantità di aria stata confinata con piante in vegetazione. Non riporto il risultato dettagliato di ogni esperienza perchè esse non fanno che riconfermare quanto ho trovato e descritto fin'ora. Come risultati ho avuto che, un dato volume di aria confinata, privata, mediante lavaggi con potassa, di biossido di carbonio, e poi sottoposto alla manipolazione sopra descritta, diminuisce quasi sempre di volume.

Questa contrazione mi indica quindi la presenza nell'aria analizzata di gas combustibili.

Il gas rimasto dopo la combustione, assoggettandolo ad assorbimenti con potassa in tubi tarati, aumenta il peso di questi e diminuisce il suo volume, il che mi indica che durante la combustione si è formato del biossido di carbonio.

La contrazione constatata dopo la combustione non è doppia del volume di biossido di carbonio trovato (allora sarebbe facile la determinazione del metano); ma è maggiore.

Anche queste esperienze eudiometriche dunque non hanno fatto che confermare le precedenti, e cioè che fra i gas emessi dalle piante vi è certamente dell'idrogeno più un idrocarburo che con tutta probabilità è del metano.

---

[1] Anche questo apparecchio è stato costruito dalla Ditta *Peters e Rost* di Berlino.

***

A tali esperienze devo pure aggiungerne un'altra da me ideata, basata sopra la proprietà del cloruro di palladio [1] di essere ridotto a freddo dall' idrogeno, il quale usato opportunamente costituisce, a me sembra, un prezioso reagente per riconoscere l'idrogeno mescolato con altri gas.

Ho condotto l'esperienza nel seguente modo: constringevo a passare, durante alcuni giorni e per mezzo di aspiratori, l'aria di una campana (*A*, tav. III), a tenuta, dove vegetavano piante, attraverso un tubetto contenente del cloruro di palladio, granuloso (*C*, tav. III); l'aria, prima di entrare entro la campana delle piante era privata dei principi idrogenati mediante passaggio di essa attraverso un tubo di ossido di rame portato al color rosso (fig. *O*, tav. III), precisamente come nelle esperienze precedenti già descritte. L'aria aspirata che aveva attraversato il tubetto con cloruro di palladio, la facevo gorgogliare in una soluzione di nitrato di argento (fig. *N*, tav. IV), il quale mi doveva servire a svelare la presenza di acido cloridrico formatosi per la riduzione del cloruro di palladio operata a freddo dall' idrogeno, dato che questo gas facesse parte dell' atmosfera aspirata. L' acido cloridrico, come è noto, in contatto di nitrato d' argento forma precipitato di cloruro d'argento solubile in ammoniaca ed insolubile in acido nitrico.

Le esperienze fatte con tale apparecchio sono state poche a causa della stagione troppo inoltrata (novembre) e quindi sfavorevole a tale sorta di osservazioni; però come risultato di esse ho sempre avuto la riduzione del cloruro di palladio, che mi dimostrava la presenza di idrogeno nell'aria aspirata, venendomi così sempre più a confermare i risultati più completi ottenuti cogli altri esperimenti. Siccome poi questo metodo è dei più semplici, esso ha importanza specialmente perchè può essere alla portata di tutti e quindi un facile controllo ai risultati da me ottenuti.

CONCLUSIONE.

Da quanto fin qui ho descritto risulta dunque, in modo certo, che le piante esposte alla luce solare emettono durante la loro vegetazione dell' idrogeno libero e dell' idrogeno carbonato; in quanto a quest'ultimo gas, con tutta probabilità esso é del metano; dalle mie esperienze però ciò non risulta in modo assoluto. Sta il fatto che i risultati delle

osservazioni di BOUSSINGAULT [1] concludono con sicurezza per l'emissione di questo principio dai vegetali esposti alla luce solare, e che MAQUENNE, [2] dopo le sue esperienze sull'ozono asserisce che come prodotto intermedio nell'assimilazione vegetale si forma del metano.

Questa identificazione ha per lo scopo di questo lavoro un interesse non principale. In seguito, con ricerche che spero di poter continuare, cercherò, per quanto mi sarà possibile, di stabilire con precisione la specie di questo idrogeno carbonato tentando specialmente di trovare mezzi meglio adatti per operare sopra maggiori quantità di gas combustibile.

Dopo la provata emissione di idrogeno libero dalle piante, sorge spontanea la domanda del come esso possa formarsi nell' interno del vegetale.

Se noi passiamo in rivista la formazione di molte sostanze organiche, troviamo una quantità di esempi che ci dimostrano come la produzione di idrogeno accompagni spesso le combinazioni fra sostanze che trovansi comunemente nei vegetali, e troviamo pure che l'idrogeno è di sovente emesso sotto l'azione di fermenti.

Così citerò, per esempio, che la leucina, assai comune nelle piante, sotto l'azione di dati fermenti produce acido valerianico, ammoniaca, biossido di carbonio e idrogeno. [3]

Il glucosio, fatto fermentare in determinate condizioni, può produrre l'acido lattico prima, poi l'acido butirrico con sviluppo di biossido di carbonio e idrogeno. [4]

Anche l'acido formico per azione della potassa produce dell'acido ossalico con sviluppo di idrogeno. [5]

La salicina con soda dà del salicilato e dell'ossalato di potassio con sviluppo abbondante di idrogeno. [6]

L'acido malico produce gli acidi lattico e butirrico con produzione di biossido di carbonio e di idrogeno. [7]

E così si potrebbe di molto aumentare gli esempi di preparazioni artificiali, per le quali si ha abbondante sviluppo di idrogeno e che ci

---

[1] BOUSSINGAULT, lav. cit.

[2] MAQUENNE, *Ueber die Einwirkung von Ozon auf Leucht-gas*, in *Chem. Cent.*

3) $C^6 H^{13} Az O^2 + 2 H^2 O = C^5 H^{10} O^2 + Az H^3 + C O^2 + 2 H^2$.

4) $\begin{cases} C^6 H^{12} O^6 = 2 C^3 H^6 O^8 \\ 2 C^3 H^6 O^3 = C^4 H^8 O^2 + 2 C O^2 + 2 H^2. \end{cases}$

5) $2 C H^2 O^2 = C^2 H^2 O^4 + H^2$.

6) $C^{13} H^{18} O^7 + 8 K H O = C^7 H^4 K^2 O^3 + 3 C^2 K^2 O^4 + 11 H^2$.

7) $2 C^4 H^6 O^5 = 2 C^3 H^6 O^3 + 2 C O^2 = C^4 H^8 O^2 + 4 C O^2 + 2 H^2$.

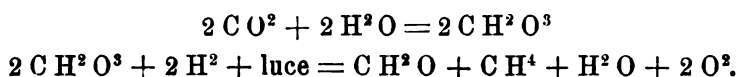
permettono di ammettere come, anche nell'interno delle piante, l'idrogeno libero debba molto facilmente formarsi.

*
* *

L'avere potuto dimostrare l'emissione di idrogeno libero dalle piante in condizioni normali di sviluppo, avvalora in modo indiscutibile l'ipotesi che l'aldeide formica sia il prodotto di una riduzione dell'acido carbonico operata da idrogeno nascente.

Quindi la reazione schematica che spiega la prima fase dell'assimilazione dovrebbe, secondo me, dopo queste esperienze, essere rappresentata così:

$$2\,C\,O^2 + 2\,H^2O = 2\,C\,H^2\,O^3$$

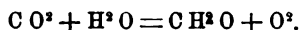
$$2\,C\,H^2\,O^3 + 2\,H^2 + \text{luce} = C\,H^2\,O + C\,H^4 + H^2\,O + 2\,O^2.$$

La formola da me proposta, parte innanzi tutto dall'acido carbonico ($C\,H^2\,O^3$), anzichè dal biossido di carbonio ($C\,O^2$) come propone il Bayer [1], perchè l'anidride carbonica è incompatibile coll'acqua; mano mano che essa entra nella pianta deve combinarsi con quella e formare il rispettivo acido. Sopra questo punto non vi sono oramai più ragioni di discussione, ed anche le ipotesi di Reinke, di Bach, ecc., ammettono la riduzione dell'acido carbonico anzichè del biossido di carbonio. [2]

Dalla vecchia teoria del Liebig alle ultime formulate, l'aldeide formica ammessa nelle piante, è considerata come un prodotto di riduzione o dell'acido formico (Liebig), o dell'anidride carbonica ed acqua (Bayer), o del biossido di carbonio idrato (Reinke, Bach, ecc.).

Ora questa scomposizione sarebbe operata secondo i detti autori dalla semplice energia solare. Non è difficile il dimostrare come sia

---

[1] Bayer, come è noto, ammette che il biossido di carbonio si scomponga direttamente in aldeide formica sotto l'influenza della luce, della clorofilla, e dell'acqua. Così:

$$C\,O^2 + H^2\,O = C\,H^2\,O + O^2.$$

[2] Colla riduzione del biossido idratato si spiega inoltre il fatto messo in chiaro dai risultati delle esperienze di G. Briosi sopra le sostanze minerali nelle foglie delle piante sempre verdi, e cioè che le sostanze minerali seguitino ad aumentare nelle foglie anche dopo raggiunto il loro massimo sviluppo e negli anni successivi nei quali le dette foglie più non crescono. La traspirazione in gran parte è certamente la causa di questo fenomeno, ma che essa non sia la sola causa, lo prova il fatto che nelle piante acquatiche la traspirazione semplice è nulla e le sostanze minerali si accumulano egualmente. Questo succederà perchè durante l'assimilazione le piante pigliano il carbonio dell'atmosfera, ma l'acqua dal terreno; e quest'acqua tiene disciolti una non piccola quantità di sali minerali che deve abbandonare per formare l'acido car-

assurdo l'immaginare la decomposizione dell'acqua, oppure del biossido di carbonio idratato, per semplice azione della luce, sia pure in presenza della clorofilla alla quale si vogliano attribuire delle proprietà a noi finora sconosciute.

Se i vegetali emettono all'esterno dell'idrogeno libero, è segno che questo elemento si origina nei loro tessuti e può essere che esso si trovi subito allo stato nascente considerandolo appena liberato da combinazioni, oppure non essere allo stato nascente, ma averne le proprietà per azione di correnti elettriche fornite dall'energia solare e che noi sappiamo esistere e formarsi continuamente nell'interno del vegetale. Ammessa la presenza di questo potente riduttore nella cellula verde vegetale, è impossibile non attribuirgli la sua principale e caratteristica azione; trovandosi esso in presenza di acido carbonico lo ridurrà formando aldeide formica.

In laboratorio noi possiamo artificialmente ripetere questa sintesi, che deve pure avvenire nelle piante.

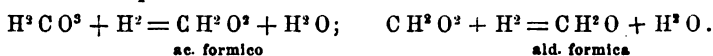
Così per elettrolisi dell'acido carbonico noi possiamo avere formazione di aldeide formica dovuta all'azione secondaria dell'idrogeno nascente sopra il biossido di carbonio idratato, [1] precisamente come è rappresentato nella formola da me proposta a spiegazione della mia ipotesi.

---

bonico (CH^2O^3), una parte di queste sostanze minerali entrerà nella composizione di corpi diversi e continuerà a trasformarsi ed anche ad emigrare in altri organi, un'altra parte, quella che sovrabbonda, rimarrà inerte ed aumenterà la percentuale delle sostanze minerali quanto più è lunga la vita della foglia; ossia la foglia più ha assimilato e maggiore è la quantità di dette sostanze in esse accumulate. Per la stessa ragione, nel legno del tronco e dei rami dove non vi è assimilazione clorofilliana, la proporzione delle sostanze minerali come ha dimostrato Briosi * è di molto inferiore a quella delle foglie.

* Briosi G., *Intorno alle sostanze minerali nelle foglie delle piante sempreverdi*, in *Atti dell' Accademia dei Lincei*, 1883.

[1] Bach ** infatti spiega la formazione della aldeide formica per elettrolisi dell'acido carbonico secondo l'equazione:

$$\underset{\text{}}{H^2CO^3} + H^2 = \underset{\text{ac. formico}}{CH^2O^2} + H^2O; \qquad CH^2O^2 + H^2 = \underset{\text{ald. formica}}{CH^2O} + H^2O.$$

Lieben e Beketow, tentando l'elettrolisi dell'acido carbonico, non ottennero che dell'acido formico, ma presto fu riconosciuto che essi operavano con soluzioni alcaline che neutralizzavano l'azione dell'idrogeno nascente.

Va notato inoltre che Berthelot per mezzo dell'acido jodidrico (usato allo scopo di avere dell'idrogeno nascente) fatto agire in determinate condizioni, partendo dagli acidi organici, riuscì a trasformare questi nelle rispettive aldeidi.

** Bach A., *Sur la corrélation entre la reduction par l'hydrogène naissant, l'électrolyse et la photolyse de l'acide carbonique*, in *Compt. Rend.* Tom. CXXVI, 1898.

Lo schema sopra riportato (pag. 54) spiega inoltre la formazione dell'idrocarburo, che dalle mie esperienze risulta in modo certo emesso dalle piante; principio che Boussingault ha trovato solo nelle piante esposte alla luce solare. Il che fa appunto ammettere il detto idrocarburo come un derivato dell'assimilazione clorofilliana.

La spiegazione che io propongo dà ragione inoltre della formazione d'acqua, che accompagna sempre il fenomeno assimilante. — La quantità di ossigeno emesso risulta secondo la proporzione voluta dalle notissime esperienze di De Saussure e di Boussingault; che cioè il volume dell'anidride carbonica assimilata è all'incirca eguale a quello dell'ossigeno emesso. [2]

L'ipotesi quindi che propongo per spiegare la formazione dell'aldeide formica, è razionale e si basa sopra principi oramai provati.

Qualora una quantità di idrogeno si formi nell'interno della pianta, che non trovi sufficiente proporzione di acido carbonico da scomporre, oppure manchi la necessaria energia per farlo, si avrà emissione di idrogeno libero verso l'esterno, come avviene infatti stando ai risultati delle mie esperienze. L'emissione di questo gas si può quindi spiegare secondo la seguente equazione:

$$2\,CH^2O^3 + 3\,H^2 + \text{luce} = CH^2O + H^2O + 2\,O^2 + CH^4 + H^2.$$

---

[2] Secondo il Bach, l'acido carbonico si scomporrebbe sotto la semplice azione della luce in questo modo:

$$3\,CO^2 + 3\,H^2O = \underset{\text{ac. carbonico}}{3\,CH^2O^3}$$

$$3\,H^2CO^3 + \text{luce} = \underset{\text{ac. percarbonico}}{2\,CH^2O^4} + \underset{\text{ald. formica}}{CH^2O}; \quad 2\,CH^2O^4 = 2\,CO^2 + \underset{\text{acq. ossigenata}}{2\,H^2O^2}$$

$$2\,CO^2 + 2\,H^2O^2 = 2\,CO^2 + 2\,H^2O + O^2.$$

Questa ipotesi oltre l'ammettere la semplice luce come forza riduttrice ed oltre alla artificiosità sulla quale si basa nel supporre la formazione dell'acido percarbonico, non spiega neppure la quantità di ossigeno emesso, in rapporto all'anidride carbonica assorbita; infatti per tre molecole di acido carbonico nate da tre molecole di biossido di carbonio, si avrebbero, secondo Bach, soli due atomi di ossigeno corrispondenti ad un sol volume. Bisogna considerare, è vero, che contemporaneamente all'assimilazione del carbonio ha luogo nelle piante anche la respirazione e quindi esse sviluppano del biossido di carbonio ed assorbono ossigeno durante l'assimilazione; ma la differenza fra il rapporto dell'ossigeno emesso, secondo la sopradetta equazione, in confronto dell'anidride carbonica assorbita è evidentemente troppo forte. Le stesse esperienze di Bonnier e Mangin infatti, che hanno stabilito essere il rapporto $\frac{CO^2}{O}$ in alcuni casi non eguale all'unità, rivelano che, data ci sia questa differenza, essa è sempre assai piccola. Si noti inoltre che la presenza dell'acqua ossigenata nei vegetali ammessa dal Wurster, è stata da non pochi contraddetta.

Numerosi sono i composti organici che trovansi nelle piante e che potrebbero avere origine anche essi per l'azione riducente dell'idrogeno; il chimico ne produce infatti artificialmente molte di queste sostanze con tal mezzo.

Basterà ricordarsi, per esempio, che dal glucosio e levulosio per azione dell'idrogeno si ottiene la mannite. [1]

Così l'idrogeno trasforma l'acido acetico in aldeide. [2]

L'acido malico e l'acido tartarico, sempre per azione dell'idrogeno, somministrano l'acido succinico. [3]

Dall'acido succinico sempre per azione dell'idrogeno nascente si può ottenere facilmente dell'acido butirrico. [4]

L'idrogeno agendo sopra l'acido cianidrico forma della metilammina, [5] dalla quale poi si formano sempre per la stessa azione dell'idrogeno, altri prodotti come l'ammoniaca ed il formene. [6]

Per idrogenazione dell'aldeide formica si può pure spiegare la formazione di certi glucosidi come per esempio dell'arbutina e della salicina. [7]

E così si potrebbero di molto moltiplicare gli esempi di sostanze di origine vegetale, che si formano per l'azione riducente dell'idrogeno. In collaborazione con L. Buscalioni completerò lo studio di questo riduttore, in rapporto alla produzione di alcune sostanze coloranti vegetali; ora farò solo notare che questo idrogeno, che tanta importanza ha nelle metamorfosi chimiche che si ottengono in laboratorio, la ha certamente nella cellula vegetale, dove mancheranno, è vero, certi mezzi di cui può disporre il chimico, ma dove per converso essa ha a sua disposizione lo stato nascente degli elementi, la clorofilla e l'energia solare; e sopratutto lo stato nascente non può non avere una parte importantissima nella formazione dei principi immediati.

---

1) $C^6 H^{12} O^6 + H^2 = C^6 H^{14} O^6$.

2) $C^2 H^4 O^2 + H^2 = C^2 H^4 O + H^2 O$.

3) $C^4 H^6 O^5 + H^2 = C^4 H^6 O^4 + H^2 O$,
$C^4 H^5 O^6 + 2 H^2 = C^4 H^6 O^4 + 2 H^2 O$.

4) $C^4 H^6 O^4 + 3 H^2 = C^4 H^8 O^2 + 2 H^2 O$.

5) $C H Az + 2 H^2 = C H^5 Az$.

6) $C H^5 Az + H^2 = C H^4 + Az H^3$.

7) $12 C H^2 O + H^2 = C^{12} H^{16} O^7 + 5 H^2 O$.
$13 C H^2 O + 2 H^2 = C^{13} H^{18} O^7 + 6 H^2 O$.

***

L'interesse che possono avere tali ricerche per la fisiologia vegetale e l'agricoltura, mi spinge a continuarle per meglio stabilire la specie dell'idrogeno carbonato che accompagna l'idrogeno libero e l'influenza che sopra l'emissione di idrogeno può avere la luce, la temperatura, la fase di sviluppo del vegetale, l'elettricità e la composizione dell'atmosfera in cui vivono le piante; stabilire per quanto mi sarà possibile il rapporto esistente fra la formazione e quantità dell'aldeide formica formatasi con la presenza di idrogeno nascente nell'interno dei vegetali; ripetere inoltre le esperienze del FRIEDEL sopra l'assimilazione del carbonio al di fuori dell'organismo vivente; e se otterrò risultati favorevoli, cercare se esiste oltre l'emissione di ossigeno, anche emissione di idrogeno e quale sia l'influenza di questo gas sopra il fenomeno riscontrato. Tale sarà lo scopo di ricerche ulteriori sopra l'assimilazione, che spero di poter presto intraprendere e continuare, sforzandomi di non disunire mai nello studio il fenomeno naturale dal chimico.

Prima di por termine a questo scritto, sento il dovere di esprimere viva riconoscenza al mio Professore Giov. Briosi, direttore di questo Istituto Botanico, per i consigli ed i mezzi di ogni sorta di cui mi fu largo per il compimento e pel buon esito di queste ricerche.

Dall'*Istituto Botanico di Pavia*, Gennaio 1902.

OPERE CONSULTATE.

SENEBIER, *Physiologie végétale, Genève* 1800.

DE SAUSSURE, *Recherches chimique sur la végétation*, 1804.

GRISCHOW, *Physikalische chemische Untersuchungen über die Athmungen der Gewächse*, 1819.

DE LA RIVE et MARCET, *Recherches sur la chaleur spécifique des gaz*, in *Annales de Chimie et de Physique*. 2.ª Serie, T. XLI, 1829.

BOUSSINGAULT, *Mémoire sur la possibilité de constater l'existence des miasmes et la présence d'un principe hydrogéné dans l'air*, in *Ann. de Chimie et Physique*. 2.ª Serie, Tom. LXVII, 1834.

LIEBIG, *Chimie organique appliquée à la Physiologie végétale et à l'agriculture*. Paris, 1841.

REGNAULT et REISSET, *Recherches chimiques sur la respiration des animaux*, in *Annales de Chimie et de Physique*. Ann. XXVII, pag. 22, 1849.

ROSE H., *Traité complet de Chimie analitique*. Paris, 1859.

BOUSSINGAULT, *Agronomie, Chimie agricole et Physiologie*. 1-4 tomes. Tipog. Gautier, Paris, 1860-68.

PETTENKOFER und VOIT, *Untersuchungen über die Respiration*, in *Annalen der Chem. und Pharm*. 1862-1863.

POLLACCI E., *Del modo di agire dello zolfo sulla crittogama della vite*, in *Atti X Congresso degli Scienziati italiani*, 1862.

KOSSMANN C., *Études sur l'ozone exhalé par les plantes*, in *Annales de Scienc. Natur*. Tom. XVIII, 4.ª Serie, 1862.

SACHS, *Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Bildung des Amylums in den Chlorophyllkörnern*, in *Bot. Zeitung*, N. 44, 1862.

SACHS, *Ueber die Auflösung und Wiederbildung des Amylums in den Chlorophyllkörnern bei wechselnder Beleuchtung*, in *Bot. Zeitung*, pag. 38, 1864.

SCHÖNBERN et MEISSNER, *Untersuchungen über den Sauerstoff*. Havre, 1863.

FAIVRE E. et V. DUPRÉ, *Recherches sur les gaz du Murier et de la Vigne*, in *Annal. Scienc. Natur*. 5.ª Serie, Tom. VI, 1866.

BOEHM J., *Observations sur les gaz dégagés par les plantes mortes*, in *Annales Scienc. Nat*. 5.ª Serie, Tom. VIII, 1867.

LECHARTIER G., *Sur le mouvement des gaz dans les plantes aquatiques*, in *Ann. Scienc. Nat*. 5.ª Serie, Tom. VIII, 1867.

BARTHELEMY A., *Du rôle que joue la cuticule dans la respiration des plantes*, in *Ann. Scienc. Nat*. 5.ª Serie, Tom. IX, 1868.

SENEBIER, *Mémoires physico-chimiques sur l'influence de la lumière solaire sur la végétation*, 1872.

SCHUTZENBERGER P. et QUINQUAND E., *Sur la respiration des végétaux aquatiques immergés*, in *Compt. Rend. Acad. France*. Tom. LXXVII, 1873.

GODLEWSKI, *Abhangigkeit der Stärkebildung in den Chlorophyllkörnern von dem Kohlensäuregehalt der Luft*, in *Flora*, pag. 378, 1873.

BRIOSI G., *Ueber normale Bildung von fettartige Substanz in Chlorophyll*, in *Bot. Zeitung*, N. 34, 35, 1873.

SELMI, *Osservazioni sullo sviluppo di idrogeno nascente dalle muffe*. Bologna, 1874.

BOEHM J, *De la respiration des plantes terrestres*, in *Ann. Scienc. Nat.* 5.ª Serie, Tom. IX, 1874.

PFEFFER W., *Die Wirkungen des farbigen Lichtes auf die Zersetzung der Kohlensäure in Pflanzen*, in *Arbeiten des Bot. Inst. Würzburg*, 1874.

BARTHELEMY A., *De la respiration et de la circulation des gaz dans les végétaux*, in *Ann. Scienc. Nat.* 5.ª Serie, Tom. XIX, 1874.

MAQUENNE, *Recherches sur le pouvoir émissif des feuilles*, in *Compt. Rendus Acad.* Tom. LXXX, 1875.

CLERMONT, *Sur la présence de bioxide d'hydrogène dans la sève des végétaux*, in *Compt. Rend. Acad.* Tom. LXXX, 1875.

BRIOSI G., *Sopra la formazione di sostanza grassa nella clorofilla* (con aggiunte), in *Nuovo Giornale Bot. Italiano*, pag. 109, 1875.

MISSAGHI G., *Sull'emissione dell'idrogeno nella vegetazione delle muffe*, in *Gazzetta Chimica Italiana*. Vol. V, 1875.

MÜNTZ A., *Recherches sur les fonctions des champignons*, in *Compt. Rendus Acad. Paris*. Tom. LXXX, 1875.

POLLACCI E., *Della ragione per cui il solfo uccide l'oidio della vite*, in *Rendiconti Ist. Lombardo*. Milano, 1875.

ORSAT, *Note sur l'analyse industrielle des gaz*. Paris, 1876.

TIMIRIAZEFF, *Assimilation de la lumière par la plante*, in *Annales de Chimie et de Physique*, pag. 5, 1877.

MERGET A., *Sur les échanges gaseux entre les plantes et l'atmosphère. — Reponse aux observations critiques de M. Barthelemy*, in *Compt. Rend.* T. LXXXIV, pag. 957, 1877.

DEHERAIN et VESQUE J, *Recherches sur l'absorption et l'émission de gaz par les racines*, in *Compt. Rend.* Tom. LXXXVII, 1877.

LIRACHE ACH., *Recherches sur la nature des gaz contenus dans les tissus des fruits*, in *Ann. Chim. et Physiq.* T. XII, 5.ª serie, 1877.

GODLEWSKI, *Ist das Assimilationsprodukt der Musaceen Oel oder Stärke?* in *Flora*, pag. 215, 1877.

COQUILLION. *Sur les appareils grisoumètres qui peuvent servir à doser l'hydrogène protocarboné dans les mines*, in *Compt. Rend.*, T. LXXXIV, pag. 458, 1877.

— *Coquillions Apparate*, in *Journal für Gasbeleuchterung*, pag. 40, 1878.

LITZENMAYER O., *Ueber die Eigenschaft der Kupferidratnetzspirale Wasserstoff zu absorbiren*, in *Berichte Deut. Chem. Gesell.* Vol. II, 1878.

MERGET A., *Les fonctions des feuilles dans le phénomène des échanges gaseux entre les plantes et l'atmosphère*, in *Compt. Rend. Acad.*, Tom. LXXXVI, pag. 1492, 1878.

BUNTE H., *Ueber die Gasanalytische Bestimmung der Wasserstoff*, in *Berichte Deut. Gesell.* Vol. II, 1878.

MACCHIATI L., *Studio delle modificazioni che le frutta nelle varie fasi di sviluppo inducono nell'atmosfera*, in *Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, Tom. XI, pag. 156, 1879.

Combes O., *Sur les rapports entre l'évaporisation et la décomposition de l'acide carbonique*, in *Bull. Mens. de la Soc. Linn.* Paris, Vol. XXXVII, 1881.

Reinke, *Untersuchungen aus den botanischen Laboratorium Göttingen*, Heft II, 1881. — Heft III, 1883.

Barthelemy A., *Sur la respiration des plantes aquatic-aériennes submergées*, in *Compt. Rend. Acad. Paris*, Tom. XCVI, pag. 388, 1883.

Arcangeli, *Quelques expériences sur l'assimilation*, in *Bull. du Congrès international de bot. et d'hort. de St. Pétersbourg*, 1884.

Proost A, *Chimie Agricole et Physiologie végétale.* Louvain, 1884.

Bonnier G. et Mangin L., *Recherches sur la respiration et la traspiration des champignons*, in *Annales Scienc. Nat.*, Tom. XVII, 6.ª serie, 1884.

— *Recherches sur la respiration des tissus sans clorophylle*, in *Ann. Scienc. Nat.*, Tom. XVIII, 6.ª serie, 1884.

— *Recherches sur la respiration des feuilles à l'obscurité*, in *Compt. Rend.*, Tom. XCVIII, pag. 1060, 1884.

Ogier J., *Analyse des gaz*, in *Encyclopédie Chimique.* Paris, 1885.

Dehérain et Maquenne, *Sur la respiration des feuilles à l'obscurité*, in *Compt. Rend. Acad. Paris*, Tom. CI, pag. 887, 1885.

— *Compt. Rend. Acad.*, Tom. CI, pag. 1020, 1885.

Bonnier et Mangin, *Sur la respiration des végétaux*, in *Compt. Rend. Paris*. Tom. C, pag. 1519, 1885.

— *La function respiratoire chez les végétaux*, in *Ann. Scienc. Nat.* Tom. II, serie 7.ª, 1885.

— *Variations de la respiration avec le développement chez les végétaux*, in *Compt. Rend.* Tom. CI, pag. 966, 1885.

Grehaut et Peyron J., *Extraction et composition des gaz contenus dans les feuilles flottantes et submergées*, in *Compt. Rend.* Tom. CI, pag. 485, 1885.

— *Extraction et composition des gaz contenus dans les feuilles aériennes*, in *Compt. Rend. Acad. Scienc.* Tom. C, pag. 1475, 1885.

Peyron J, *Sur les variations qui présente la composition des gaz dans les feuilles aériennes*, in *Compt. Rend. Acad. Scienc.* Tom. CI, pag. 1023, 1885.

Bonnier G. et Mangin L., *Recherches sur les variations de la respiration avec le développement des plantes*, in *Ann. Scienc. Nat.* Tom. II, serie 7.ª, 1885.

Timiriazeff C., *Effets chimiques et physiologiques de la lumière sur la clorophylle*, in *Ann. Scienc. Nat.*, pag. 99, 1885.

— *La chlorophylle et la réduction de l'acide carbonique par les végétaux*, in *Compt. Rend. Acad. Paris*, Tom. CII, pag. 686, 1886.

Putz, *Die Reduction der Kohlensäure in pflanzlichen Organismus*, in *Chem. Centralblatt*, pag. 774, 1886.

Cugini, *Se la fluorescenza della clorofilla sia in relazione cogli uffici di questa sostanza*, in *Atti Congr. Nazion. Bot. crittog. Parma.* Varese, 1887.

Cuboni, *La traspirazione e l'assimilazione nelle foglie trattate col latte di calcio* Malpighia, 1887.

Briosi G, *Intorno alle sostanze minerali nelle foglie delle piante sempreverdi*, in *Atti Istituto Bot. di Pavia.* Vol. I, 1888.

Macchiati, *Fisiologia degli organi di nutrizione delle piante.* Firenze, 1888.

Jumelle H, *Assimilation et traspiration chlorophylliennes*, in *Revue Gen. Bot.* Tom. I, pag. 27, 1889.

Devaux H., *De mecanisme des échanges gaseux chez les plantes aquatiques submergées*, in *Ann. Scienc. Natur.* Vol. IX, serie 7.ª, 1889.

ARCANGELI G., *Sopra l'esperimento di Kraus.* Malpighia, pag. 314, 1889.

CURTEL G., *Recherches physiologiques sur la traspiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes*, in *Rev. gen. bot.* Tom. II, pag. 7, 1890.

DERAUX H., *Étude expérimentale sur l'aération des tissus massifs*, in *Annales Scienc. Nat.* Vol. XIV, serie 7.ª, 1891.

JUMELLE H., *Nouvelles recherches sur l'assimilation et la traspiration chlorophylliennes*, in *Revue gen. bot.* Tom. III, pag. 241 e 293, 1891.

AUBERT E., *Nouvel appareil de MM. G. Bonnier et L. Mangin ponr l'analyse des gaz*, in *Revue gen. bot.* Tom. III, pag. 97, 1891.

DE KONICK L., *Traité de Chimie analitique minérale.*

CRATO E., *Gedanken über die Assimilation und die damit verbundene Sauer*, in *Bericht der Deutsch. Bot. Gesell.* Bd. X, pag. 250, 1892.

DEHERAIN P., *Chimie agricole.* Paris, 1892.

WINCKLER, *Lehrbuch der technischen Gasanalitische.* 2.ª edition, 1892.

AUBERT E., *Recherches sur la respiration et l'assimilation des plantes grasses*, in *Revue gen. bot.* Tom. IV, 1892.

JUMELLE H., *Recherches physiologiques sur les Lichens*, in *Revue gen. botan.* Tom. IV, pag. 49, 1892.

PALLADINE W., *Recherches sur la respiration des feuilles vertes et des feuilles étiolées*, in *Revue gen. botanique.* Tom. V, pag. 449, 1893.

GAUTIER A., *Four tubulaire à temperatures fixes*, in *Bull. Societ. Chim. Paris.* Tom. XIII, pag. 1, 1893.

PHIPSON T., *Vegetation in Wasserstoffgas*, in *Chem. News. 67,* pag. 303, 1893.

BACH A., *Sur le doublement de l'acide carbonique sous l'action de la radiation solaire*, in *Compt. Rend. Acad. Paris.* Vol. CXVI, pag. 1145 e 1389, 1894.

STAHL, *Einige Versuche über Transpiration und Assimilation*, in *Botanische Zeitung.* Vol. LII, pag. 17, 1894.

ARCANGELI, *Sopra alcuni lavori del sig. Bach concernenti la decomposizione dell' acido carbonico nella funzione d' assimilazione*, in *Bull. Società Bot. Ital.*, pagine 54, 58, 1894.

MONTEMARTINI L., *Intorno all' anatomia e fisiologia del tessuto assimilatore delle piante*, in *Atti Istituto Botanico di Pavia.* Vol. IV, 1895.

LOPRIORE G., *Ueber die Einwirkung der Kohlensäure auf das Protoplasma der lebenden Pflanzenzelle*, in *Pringsh. Jahrb.* Bd. XXVIII, pag. 531, 1895.

DETMER W., *Das pflanzenphysiologische Praktikum.* Jena, 1895.

THOUVENIN, *De l'influence des courants électriques continus sur la décomposition de l'acide carbonique chez les végétaux aquatiques*, in *Revue gen. bot.* T. VIII, pag. 433, 1895.

SESTINI, *Fitochimica*, in *Enciclopedia Guareschi.* Torino, 1896.

MONTEMARTINI, *Fisiologia vegetale*, in *Manuali Hoepli*, 1897.

REINKE und CURTIUS, *Die flüchtige, reducirende Substanz der grünen Pflanzentheile*, in *Berichte Deut. Bot. Gesellsch.*, pag. 201, 1897.

SCHLOESING T., *Végétation avec et sans argon*, in *Compt. Rend. Acad. Paris.* Vol. CXXV, 1897.

ARCANGELI G., *L'assimilazione del carbonio. — Compendio di Botanica.* Pisa, pag. 149, 1898.

GRIFFON E., *L'assimilation chlorophyllienne chez les plantes du littoral*, in *Compt. Rend. Acad.* Tom. CXXVII, pag. 449, 1898.

Gautier A., *Sur quelques causes d'incertitude dans le dosage précis de l'acide carbonique et de l'eau dilues dans des grands volumes d'air ou de gaz inertes*, in *Compt. Rend. Acad.* Vol. CXXVI, pag. 1387, 1898.

— *Sur la présence de l'hydrogène libre dans l'air atmosphérique*, in *Comptes Rend. Acad.* Tom. CXXVII, pag. 693, 1898.

Griffon E., *L'assimilation chlorophyllienne chez les Orchidées terrestres et en particulier chez le Limodorum arbotiorum*, in *Compt. Rend. Acad.* Tom. CXXVII, pag. 973, 1898.

Noyes W. und Sheppurd, *Die Bestimmung von Methan Kohlenoxyd und Wasserstoff durch Explosion in der technischen Gasanalyse*, in *Journ. Americ. Chem. Societ.* Tom. XX, pag. 343 (*Referat Chem. Centrallblat II*), 1898.

Eidner K., *Apparat zur Entwickelung von Wasserstoff Patentblatt* (*Referat Chem. Centrallblatt VI*), 1898.

Mazé N., *L'assimilation des hydrates de carbone et l'élaboration de l'azote organique dans les végétaux supérieurs*, in *Compt. Rend. Acad. France.* T. CXXVIII, pag. 185, 1899.

Pollacci G., *Intorno alla presenza dell'aldeide formica nei vegetali. — Nota preliminare*, in *Atti Istit. Bot. di Pavia.* Vol. VI, 1899.

— *Intorno all'assimilazione clorofilliana. Memoria I.ª*, in *Atti Istit. Bot. di Pavia.* Vol. VII, 1899.

Henriet H., *Les gaz de l'atmosphère.* Paris, 1899.

Gautier A., *Four tubulaire à temperatures fixes se reglant à volonté*, in *Compt. Rend. Acad. France.* Tom. CXXX, pag. 628, 1900.

Braun L., *Ueber die Absorption von Stichstoff und Wasserstoff in wässerigen Lösungen verschieden dissocierter Stoffe.* (*Zeitsch. Physik. Chemie*, 24, 116, C. 97, II, 886) *Referat in Chemisch. Centrallblatt*, II, 1900.

Hempel W., *Gasanalytische Methoden. Dritte Aufgabe.* Braunschweig, 1900.

Cosson A., *Sur le dosage volumétrique de l'hydrogène et les tensions chimiques*, in *Compt. Rend. Acad.* Tom. CXXX. pag. 330, 1900.

Gautier A., *Gaz combustibles de l'atmosphère: air des villes*, in *Compt. Rend. Acad. Scienc.* Tom. CLXXX. pag. 1767, 1900.

Griffon, *L'assimilation chlorophyllienne*, in *Revue gen. bot.* N. 188, 1900.

Gautier A., *Limites de combustibilité par l'oxyde de cuivre au rouge de l'hydrogène et des gaz carbonés dilués des grands volumes d'air*, in *Compt. Rend. Acad.* Tom. CXXX, pag. 1353, 1900.

— *Origines de l'hydrogène atmosphérique*, in *Compt. Rend. Acad.* Tom. CXXXI, pag. 647, 1900.

Brown O. T., *Assimilation of carbon.* (*Associazione inglese per l'avanzamento delle scienze*) nell'*Annuario Scientifico.* Milano, pag. 173, 1900.

Brown H. and Escombe F., *Static diffusion of gases and liquids in relation to the assimilation in plants*, in *Philosoph. Transactions of the Royal Soc.* Ser. B, 193, 223, London, 1900. (*Referat in Botan. Zeitung.* N. 5, 1901).

Gerber C., *Recherches sur la respiration des olives et sur les rélations existantes entre les valeurs du quotient respiratoire observé et la formation de l'huile*, in *Journal de Botanique.* Année XV, pag. 9-22, 1901.

Pollacci E., *Trattato di chimica.* 2.ª edizione. *Parte organica.* Milano, 1901.

Friedel J., *L'assimilation chlorophyllienne realisée en dehors de l'organisme vivant*, in *Compt. Rend. Acad.* Tom. CXXXII, pag. 1138, 1901.

— *Action de la pression totale sur l'assimilation chlorophyllienne*, in *Compt. Rend. Acad.* Tom. CXXXII, pag. 353, 1901.

Friedel J., *Sur l'assimilation chlorophyllienne en automne*, in *Compt. Rend.*, 1901.

Lopriore, *Azione dell' idrogeno sopra il movimento del protoplasma in cellule vegetali viventi.*

Urbain V., *Ueber die Entfernung des Methans aus der Atmosphäre*, in *Chemisch. Centrallblatt*, pag. 606, I, 1901, e *Compt. Rend.* Tom. CXXXII, pag. 354, 1901.

Pfeffer W., *Pflanzenphysiologie.* Leipzig, 1897-1901.

Palladine V., *Physiologie des plantes.* Troisième édition. Paris, 1902.

Macchiati L., *L'assimilazione contemporanea del carbonio, dell'idrogeno e dell'ossigeno è una speciale fermentazione promossa dall'attività vitale di una diastasi, segregata dalle cellule contenenti pigmenti clorofillici*, in *Bull. Soc. Bot. Ital.* N. 7, 1902.

Hanoy, *Expériences sur l'assimilation chlorophyllienne*, in *Compt. Rend. Acad. France.* Tom. CXXXIII, pag. 890, 1901.

Pollacci G., *Intorno all'emissione di idrogeno libero e di idrogeno carbonato dalle parti verdi delle piante. Nota preliminare*, in *Atti Istituto Botanico di Pavia.* Vol. VII, 1901.

Bettini R., *L'assimilazione del carbonio.* Tipog. Giusti, Livorno, 1902.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE.

Tavola I.

Apparecchio completo usato per studiare l'emissione di idrogeno dalle piante.

t — Tubo di gomma che serve per prendere l'aria a distanza.
S — Vasi contenenti acido solforico.
A — Forno per combustione con tubo infusibile ripieno di ossido di rame.
D — Campana a perfetta tenuta d'aria, stuccata, contenente le parti verdi delle piante che si vogliono esperimentare.
B — Vasi contenenti acqua di barite.
C — Vasi contenenti cloruro di calcio.
K — Vasi contenenti potassa caustica.
A k — Tubo tarato con potassa caustica.
A c — Tubo tarato con cloruro di calcio.
E — Forno per combustione con tubo ad ossido di rame.
B c — Tubo tarato con cloruro di calcio.
P — Tubo con cloruro di calcio.
B k — Tubo tarato con potassa caustica.
d — Lungo tubo di gomma comunicante con vaso *S* ad acido solforico e questo con aspiratore.

Le freccie indicano la direzione della aspirazione.

Tavola II.

Fig. 1. *Apparecchio ad incandescenza per la combustione dell'idrogeno.*
„ 2. *Pipetta per la presa di aria applicata ad una campana sotto la quale vegetano piante in piena terra.*
„ 3. *Apparecchio per la ricerca dell'idrogeno libero e dell'idrogeno carbonato coll'ossido di rame a combustione frazionata.*
H Pipetta di Bunte.
K Fornello di combustione con piccolo tubo ad ossido di rame.
T Termometro.
V Buretta di Hempel.
„ 4. *Tubo ripieno di ossido di palladio.*
„ 5. *Piccolo tubo di vetro infusibile ripieno di ossido di rame da applicarsi entro il fornello della fig. 3.*

TAVOLA III.

Apparecchio per la ricerca dell'idrogeno libero emesso dalle piante con la riduzione a freddo del cloruro di palladio.

S — **Vaso con acido solforico.**
O — **Tubo infusibile con ossido di rame.**
F — **Forno a gas da combustione.**
Z — **Vaso con acido solforico.**
A — **Campana di vetro entro le quali vegetano le parti verdi di una pianta; le parti verdi sono isolate per mezzo di lastre di vetro insieme congiunte.**
C — **Tubo contenente cloruro di palladio granuloso.**
N — **Vaso contenente nitrato d'argento.**

ISTITUTO BOTANICO DELLA R. UNIVERSITÀ DI PAVIA
(Laboratorio Crittogamico Italiano)
Diretto da G. Briosi.

INTORNO ALL'INFLUENZA DELL'UMIDITÀ
SULLA FORMAZIONE E SULLO SVILUPPO
DEGLI STOMI NEI COTILEDONI.

RICERCHE

DI

GIUDITTA MARIANI.

Le piante, come è noto, si adattano alle condizioni di esistenza ed i vari organi delle stesse si modificano, più o meno, in relazione al mezzo nel quale vivono. Basterà ricordare a questo proposito le radici della Jussiea, che si trasformano in organi di natazione, quelle di molte Mangrovie, che assumono la natura di organi di respirazione; i cauli alati di molte Cactee ed Euforbiacee, i quali sostituiscono, nel fenomeno dell'assimilazione, le foglie mancanti; i rami spinosi di molte specie [1] ed altre simili modificazioni per dinotare quanto grande sia la plasticità dei vari organi della pianta.

Per ciò che riguarda le foglie noi troviamo che esse sono, salvo poche eccezioni, fortemente influenzate da due fattori: luce e umidità. Entrambi questi fattori possono produrre delle profonde modificazioni tanto nella forma che nella struttura della foglia e noi ricorderemo qui le classiche ricerche dello Stahl, [2] del Pick [3] sulle modificazioni

[1] È importante sull'argomento il lavoro di A. Lothélier, *Recherches sur les plantes à piquants*, in *Rev. gén. de Bot.* dir. par G. Bonnier. T. V, pag. 518, 1893.

[2] E. Stahl, *Ueber den Einfluss Lichtintensität auf Structur und Anordnung des Assimilationsparenchyms*, in *Bot. Zeit.*, n. 38, 1880.

— *Ueber den Einfluss der Beleuchtung auf das Wachsthum der Pflanzen*, in *Sitzungsb. d. Jenaische Gesellsch. f. Medic. u. Naturwissensch.*, 1882.

— *Ueber den Einfluss des sonnigen oder schattigen Standortes auf die Ausbildung der Blätter*, in *Jenaisch. Zeitschr. f. Naturwiss.* XVI, Jena, 1883.

[3] H. Pick, *Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestalt und Orientirung der Zellen des Assimilationsgewebes*, in *Bot. Centralblatt*, n. 37 e 38, 1882.

di forma che assume lo strato a palizzata sotto l'influenza di una radiazione più o meno intensa, quelle del Tschirch [1] sotto l'azione di una maggiore o minore siccità; quelle del Mer [2], del Vesque e Viet, [3] del Duchartre, [4] del Dufour, [5] del Palladine, [6] del Teodoresco, [7] del Lamarlière, [8] Oger, [9] Gain [10] e di altri autori sulla grandezza e struttura della lamina fogliare a seconda che la foglia vive in ambiente soleggiato, secco, oppure all'umido, all'ombra più o meno intensa.

Malgrado il grande numero di lavori intorno a un argomento di tanta importanza, le conclusioni non sono concordi, anzi si può dire che i differenti autori arrivarono a risultati diametralmente opposti fra loro, perchè gli uni affermano che la siccità e la luce, gli altri invece, che l'umidità e l'ombra determinano un aumento in superficie del lembo fogliare.

L'azione che la luce e l'umidità esercitano sulle foglie si esplica anche sullo sviluppo e sul numero degli stomi, i quali organi, come

---

[1] A. Tschirch, *Ueber einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort, mit specieller Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates*, in *Linnaea*, Neue Folge, Bd. IV, Heft. 3 u. 4, 1881.

[2] E. Mer, *Recherches sur les cause de la structure des feuilles*, in *Bull. de la Soc. Bot. de France*. T. XXX, pag. 110, 1883.

— *Des modifications de forme et de structure que subissent les plantes, suivant qui elles végètent à l'air ou sous l'eau*, in *Bull. de la Soc. Botanique de France*. T. XXVII, pag. 50, 1880.

[3] Vesque et Viet Ch., *De l'influence du milieu sur la structure anatomique des végétaux*, in *Ann. des Sc. Nat. Botanique*. Serie 6, T. XII, pag. 167, 1881.

[4] P. Duchartre, *Influence de la sécheresse sur la végétation et la structure de l'Iguane de Chine (Dioscorea Batatas)*, in *Bull. de la Soc. Bot. de France*. Tomo XXXII, pag. 156, 1885.

[5] E. Dufour, *Influence de la lumière sur le nombre des stomates des feuilles*, in *Bull. de la Soc. Bot. de France*. T. XXXII, pag. 385, 1885.

— *Influence de la lumière sur la forme et la structure des feuilles*, in *Ann. d. Sc. Nat.* Serie 7, T. V, pag. 311, 1887.

[6] W. Palladine, *Transpiration als Ursache der Formänderungen ätiolirten Pflanzen*, in *Ber. der deutsch. Bot. Gesellsch.*. 1890.

[7] C. Teodoresco, *Action indirecte de la lumière sur la tige et les feuilles*, in *Rev. Générale de Botanique* dir. par G. Bonnier, T. XI, pag. 369, 1899.

— *Influence des différentes radiations lumineuses sur la forme et la structure des plantes*, in *Ann. des Sc. Nat.* Serie 8, T. X, pag. 141, 1899.

[8] De Lamarlière, *Recherches physiologiques sur les feuilles développées à l'ombre et au soleil*, in *Rev. Gén. de Bot.* dir. par G. Bonnier. T. IV, n. 47 e 48, 1892.

[9] A. Oger, *Étude expérimentale de l'action de l'umidité du sol sur la structure de la tige et des feuilles*, in *Comptes Rendus de l'Acad. d. Sc.* en octobre 1892.

[10] E. Gain, *Contribution à l'étude de l'influence du milieu sur les végétaux*, in *Bull. de la Soc. Bot. de France*, 1893.

si sa, sono in strettissimo rapporto colla traspirazione, sia essa dipendente unicamente dal fenomeno termico, che accompagna la radiazione luminosa, oppure derivi dal processo di clorovaporizzazione nel senso di Van Thieghem.

Tutti gli autori sono d'accordo che la luce favorisca lo sviluppo del vapor acqueo, e parimenti tutti quanti sono concordi nel ritenere che un eccesso di radiazione anzichè stimolare la formazione degli stomi, provoca nelle foglie delle modificazioni strutturali speciali (xerofilia), intese a diminuire il numero di essi e a limitare la traspirazione. Meritano di essere ricordate in proposito le interessanti ed estese osservazioni che fece il Briosi [1] sulle foglie dell' *Eucalyptus globulus* e di altre piante.

Ma anche intorno a tali fatti ed alle loro interpretazioni, non sono ancora eliminati tutti i dubbi e le cause d'errore, che possono condurre l'osservatore a false deduzioni. Io ritengo che il fenomeno sia più complesso di quanto a primo aspetto appaia, perchè non basta tener conto dell'influenza della radiazione, ma occorre anche analizzare l'azione di altri elementi, fra i quali, forse in primo luogo, l'umidità del suolo e dell'atmosfera.

Quasi tutti gli autori si sono però occupati della foglia adulta, come quella che si presta meglio all'analisi dei fenomeni citati; pochi si sono dati allo studio dell'influenza della radiazione sulla traspirazione nelle foglie embrionali, cioè nei cotiledoni.

Noi sappiamo dai lavori del Xlotz [2] e del Kumm [3] che in tutti i cotiledoni epigei trovansi stomi distribuiti solitamente sulle due pagine, ma non sappiamo quale parte prendano gli agenti esterni nella loro formazione e nel loro sviluppo.

Intorno all'influenza della luce sugli stomi dei cotiledoni, possediamo due soli lavori: uno di Mikosch [4], il quale studiò quelli della *Cannalis sativa* e trovò che il numero degli stomi diminuisce per am-

---

[1] G. Briosi, *Intorno all'anatomia delle foglie dell'Eucalyptus globulus* L., in *Atti dell'Ist. Bot. della R. Università di Pavia.* Serie 2, Vol. II, pag. 57, 1890.

— *Intorno alle probabili ragioni dell'eterofillia nell'Eucalyptus globulus e in specie analoghe,* in *Atti della Stazione chimico-agraria sperimentale di Roma,* 1883 ed in *Atti della R. Accademia dei Lincei.* Ser. 3, Vol. XIV, seduta del 4 marzo 1883.

[2] E. Xlotz, *Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Keimblätter,* in *Beihefte zum Botanisches Centralblatt,* 1892.

[3] P. Kumm, *Zur Anatomie einiger Keimblätter. — Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie dieser Organe,* in *Botanisches Centralblatt,* 1890.

[4] K. Mikosch, *Ueber ein neues Vorkommen von Zwillingsspaltöffnungen,* in *Oesterreich. bot. Zeitschr.*, an. XXIV, 1874.

bedue le pagine se si fanno sviluppare piantine all'oscuro; l'altro, recente, del Dott. Traverso,[1] il quale avendo coltivato alla luce ed all'oscurità alcuni germogli (Cucurbita, Trigonella, Impatiens, Lychnis, Carthamus, Solanum, Cannalis, Raphanus) osservò che la luce, nei cotiledoni, favorisce la formazione degli stomi, poichè ne aumenta il numero.

In rapporto però all'azione diretta dell'umidità sui cotiledoni, nessuno studio, per quanto è a mia conoscenza, è stato finora fatto. Appunto per contribuire a colmare questa lacuna io intrapresi queste ricerche.

Le specie che io ho sottoposto a esperienze e osservazioni, sono undici appartenenti a nove diverse famiglie e precisamente *Polygonum esculentum* Lin., *Beta vulgaris* Lin., *Raphanus sativus* Lin., *Impatiens Balsamina* Lin., *Acer pseudoplatanus* Lin., *Scandix Pecten-Veneris* Lin., *Lupinus albus* Lin., *Trifolium incarnatum* Lin., *Trigonella Foenum-graecum* Lin., *Cucurbita maxima* Duches, *Calendula officinalis* Lin.

***

Il metodo seguito nelle esperienze è il seguente.

Vari furono i tentativi e le prove per avere ambienti umidi e secchi, senza tuttavia scostarmi eccessivamente dalle condizioni normali, in cui vivono le piante che presi in esame, allo scopo di evitare possibili fenomeni patologici, che probabilmente si ebbero nelle ricerche di qualche altro osservatore. Per ottenere atmosfere sature di vapor acqueo, capovolsi otto grandi campane sopra altrettanti grandi piatti di zinco pieni d'acqua. Queste campane non poggiavano direttamente sul fondo del piatto, ma sopra tre cuscinetti di marmo, che le tenevano sollevate per un centimetro circa dal livello dell'acqua: l'ambiente era poi mantenuto saturo di umidità da strisce di carta bibula attaccate alla superficie interna delle campane e pescanti nell'acqua. Per ottenere invece atmosfere abbastanza secche, introdussi in altre otto campane, simili alle precedenti e similmente disposte, una certa quantità di calce viva, che, come è noto, ha forte potere assorbente rispetto

[1] G. B. Traverso, *Intorno all'influenza della luce sullo sviluppo degli stomi nei cotiledoni*, in *Atti dell' Ist. Bot. dell' Università di Pavia*. Nuova Serie, Vol. VII, 1900.

È a notarsi la maggiore rigorosità di metodo con cui fu condotto questo lavoro: l'A. ha esaminato superficie corrispondenti delle diverse regioni fogliari e ha calcolato il numero degli stomi in relazione con quello delle cellule epidermiche, ciò che non avevano fatto i predecessori.

al vapor acqueo: anche in questo caso, col mezzo dei soliti cuscinetti di marmo, l'aria poteva liberamente circolare nelle campane.

Feci le mie esperienze, per la massima parte durante i mesi invernali, in una grande sala del laboratorio, ben illuminata e riscaldata, nonchè perfettamente asciutta. Io introduceva, tanto nelle campane con calce, quanto in quelle sovrastanti all'acqua, le stesse specie di piante da esperimentare, e aveva cura di porre le campane contenenti la stessa specie alla medesima distanza dalla sorgente calorifica e dalle finestre rivolte a mezzogiorno. Per le seminagioni usava sempre della identica qualità di terra, e non ponevo subito i vasi sotto campana, avendo dovuto constatare che i due mezzi di sovente non permettevano la germogliazione o per eccesso o per insufficenza di umidità. Venivo a cognizione del tempo richiesto da una data specie di seme per la germogliazione seminando a parte le stesse piantine, di guisa che poteva poi collocare nelle campane, su appositi sostegni di vetro, i miei vasi, subito dopo che i semi avevano incominciato a germogliare.

Disposti così gli apparecchi e introdotti in essi contemporaneamente i vasi, eseguivo ad intervalli regolari l'inaffiamento e adoperavo la stessa quantità di acqua per i due vasi della stessa specie. Non appena mi accorgevo poi che la calce cominciava a sfiorire per il vapor acqueo assorbito, io la rinnovavo nelle campane.

Di alcune piante *(Lupinus*, *Impatiens*, *Trigonella)*, coltivai la medesima specie in atmosfera non confinata, e perchè le altre condizioni di esistenza non venissero mutate, o il meno possibile, ne teneva il vaso vicino agli altri due. L'aria del locale, riscaldata colle stufe, era, come dimostrarono gli igrometri, più secca di quelle delle campane, in quanto che in esse, malgrado la presenza della sostanza disseccante, una certa quantità di vapor acqueo vi si trovava sempre, eliminata dal vaso e dalla piantina.

A sperimentare se e quale fosse l'influenza dell'oscurità sullo sviluppo degli organi nelle piante sottoposte alle mie esperienze, io ho fatto sviluppare alcune delle mie piantine *(Beta*, *Trigonella*, *Trifolium*, *Impatiens*, *Calendula*, *Lupinus*, *Acer*, *Cucurbita)* sotto campane opportunatamente verniciate di nero, mantenendo immutate le altre condizioni, come nelle esperienze esposte.

Quando i cotiledoni avevano poi raggiunto il loro massimo sviluppo, e ne era segnale la formazione delle altre foglioline, io li raccoglievo e procuravo di esaminarli freschi, anzichè dopo di essere stati in alcool, perchè più facile mi riesciva levare da essi l'epidermide. Ho anche tentato l'applicazione delle pellicole di collodio col metodo dei

dottori Buscalioni e Pollacci,[1] e ho ottenuto quasi sempre un'impronta netta dei contorni delle cellule epidermiche e degli stomi. Però io ho abbandonato nelle mie ricerche, non ostante fosse più facile e più sollecita, l'applicazione di queste pellicole, perchè esse si raggrinzano più o meno, e ciò sarebbe stato causa d'errore nel caso mio, dovendo calcolare cellule e stomi per unità di superficie.

Avevo anche provato a includere in acqua le pellicole per averle completamente distese: ma, come gli stessi dottori Buscalioni e Pollacci osservano, così operando, si compromette la chiarezza dell'imagine perchè l'acqua o gli altri liquidi hanno pressochè lo stesso indice di rifrazione delle pellicole.

Per calcolare la superficie delle foglie cotiledonari, le sovrapponevo, se di grandi dimensioni, a della carta millemitrata e ne tracciavo il contorno con sottile punta di matita, indi contavo i millimetri quadrati compresi nel contorno. Se di piccole dimensioni, ne segnavo il contorno proiettandolo con l'Embriografo di His;[2] calcolata la superficie del lembo, ingrandito solitamente di cinque o sei diametri, in millimetri quadrati, ne dividevo il numero per il valore dell' ingrandimento moltiplicato al quadrato, ottenendo così, con una certa rigorosità di misura, la superficie reale dei lembi cotiledonari.

Per avere il numero delle cellude epidermiche e degli stomi che si trovavano in una data superficie di lembo cotiledonare, procedetti nel seguente modo. Proiettavo al microscopio fornito di camera lucida, ad un determinato ingrandimento, una porzione di un micrometro obbiettivo; ciò fatto, presa una delle divisioni del micrometro obbiettivo come unità di misura, io costruiva un quadrato e quadrati della stessa grandezza venivano costruiti uno accanto all'altro, di guisa che io otteneva una determinata area, nella quale disegnavo poi una porzione di epidermide di un dato preparato che mettevo al posto del micrometro obbiettivo. Indi contavo gli stomi e le cellule del mio disegno compresi nell'area tracciata e dividevo tanto la somma degli stomi quanto quella delle cellule per il numero dei quadrati; il quoziente mi dava la media degli uni e delle altre per centesimo di millimetro quadrato, poichè le divisioni del micrometro usato erano

---

[1] Buscalioni L. e Pollacci G., *L'applicazione delle pellicole di collodio allo studio di alcuni processi fisiologici nelle piante ed in particolar modo alla traspirazione*, in *Atti dell'Ist. Bot. dell'Università di Pavia*. Nuova serie, Vol. VII.

[2] Dott. A. Zimmermann, *Il Microscopio. — Guida alla Microscopia scientifica*. Traduzione del dott. Luigi Buscalioni, pag. 424. Torino, 1896.

lunghe un decimo di millimetro. Moltiplicando per cento questo quoziente, ottenevo la media per millimetro quadrato.

Naturalmente questa operazione la ripetevo più e più volte per diverse porzioni di epidermide nelle tre regioni cotiledonari: apice, metà e base, avendo cura di esaminare parecchi cotiledoni per ogni specie e ambo le pagine per poter fare gli opportuni confronti separatamente fra la pagina superiore e l'inferiore.

Cotiledoni sviluppati alla luce.

Polygonum esculentum **Lin.**

Durata dell'esperienza giorni 18. Seminato il 24 febbraio e raccolto il 14 marzo 1902. Temperatura media 18° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti all'umido mmq. 137, al secco mmq. 122.8.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice .	94	704	—	—	—
	Metà .	106	557	88	582	6.61
	Base .	64	485	—	—	—
Pagina inferiore	Apice .	128	711	—	—	—
	Metà .	175	533	135	578	4.28
	Base .	103	489	—	—	—

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice .	133	1367	—	—	—
	Metà .	151	1316	129	1167	9.04
	Base .	102	817	—	—	—
Pagina inferiore	Apice .	292	1583	—	—	—
	Metà .	305	1580	246	1334	5.42
	Base .	140	838	—	—	—

Cotiledoni sviluppati alla luce.

Beta vulgaris Lin.

Durata dell'esperienza giorni 15. Seminata il 25 febbraio, raccolta il 12 marzo 1902. Temperatura media 18° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti all'umido mmq. 62, al secco mmq. 30.5.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	111	355	—	—	—
	Metà ...	66	283	79	279	3.53
	Base ...	61	200	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	144	550	—	—	—
	Metà ...	111	283	107	352	3.28
	Base ...	66	222	—	—	—

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	164	550	—	—	—
	Metà ...	144	522	138	498	3.60
	Base ...	111	422	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	150	533	—	—	—
	Metà ...	196	644	165	577	3.49
	Base ...	150	555	—	—	—

Cotiledoni sviluppati all'oscuro.

Beta vulgaris Lin.

Durata dell'esperienza giorni 20. Seminata il 25 febbraio e raccolta il 17 marzo 1902. Temperatura media 18° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti all'umido mmq. 14, al secco mmq. 13.5.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	639	2450	—	—	—
	Metà ...	472	2937	441	2409	5.46
	Base ...	212	1840	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	318	2900	—	—	—
	Metà ...	340	3560	295	3256	11.03
	Base ...	227	3307	—	—	—

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	506	2150	—	—	—
	Metà ...	657	2645	586	2443	4.10
	Base ...	594	2533	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	199	2650	—	—	—
	Metà ...	326	2850	238	3022	12.69
	Base ...	190	3567	—	—	—

Cotiledoni sviluppati alla luce.

Raphanus sativus Lin.

Durata dell'esperienza giorni 14. Seminato il 24 febbraio e raccolto il 10 marzo 1902. Temperatura media 18° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti all'umido mmq. 146.5, al secco mmq. 143.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	150	850	—	—	—
	Metà ...	216	637	176	649	3.68
	Base ...	161	461	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	392	1217	—	—	—
	Metà ...	333	1411	330	1294	3.92
	Base ...	264	1255	—	—	—

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	333	1255	—	—	—
	Metà ...	366	1278	322	1189	3.69
	Base ...	266	1033	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	488	1160	—	—	—
	Metà ...	344	1755	392	1562	3.99
	Base ...	344	1711	—	—	—

Cotiledoni sviluppati alla luce.

Impatiens Balsamina Lin.

Durata dell'esperienza giorni 12. Seminato il 24 febbraio e raccolto l'8 marzo 1902. Temperatura media 18° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti all'umido mmq. 149.5, al secco mmq. 141.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	562	4041	—	—	—
	Metà ...	427	2680	397	2807	7.07
	Base ...	202	1700	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	1022	3300	—	—	—
	Metà ...	1023	4500	834	3479	4.17
	Base ...	456	2637	—	—	—

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	233	1800	—	—	—
	Metà ...	204	1966	206	1644	7.98
	Base ...	182	1167	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	512	2200	—	—	—
	Metà ...	420	1900	437	2037	4.66
	Base ...	378	2012	—	—	—

(Vedere continuazione alla pagina seguente)

Nell' atmosfera libera (più secca) del laboratorio
superficie media dei cotiledoni mmq. 140.

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	312	3112	—	—	—
	Metà ...	360	2800	248	2285	9.21
	Base ...	72	944	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	508	3200	—	—	—
	Metà ...	575	4222	522	3857	7.38
	Base ...	483	4150	—	—	—

Cotiledoni sviluppati all'oscuro.

Impatiens Balsamina Lin.

Durata dell'esperienza giorni 19. Seminato il 24 febbraio e raccolto il 15 marzo 2902. Temperatura media 18° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti all'umido mmq. 30, al secco 29.5.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	550	4120	—	—	—
	Metà ...	433	5067	439	4307	9.81
	Base ...	333	3733	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	467	4433	—	—	—
	Metà ...	225	5800	395	4894	12.38
	Base ...	494	4450	—	—	—

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	500	4650	—	—	—
	Metà ...	481	5575	494	5153	10.43
	Base ...	500	5233	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	733	5467	—	—	—
	Metà ...	650	6350	628	6028	9.59
	Base ...	500	6267	—	—	—

Cotiledoni sviluppati alla luce.

Acer pseudoplatanus Lin.

Durata dell'esperienza giorni 38. Seminato il 24 gennaio e raccolto il 3 marzo 1902. Temperatura media 17° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti all'umido mmq. 353 e al secco mmq. 283.

La sola pagina inferiore della foglia cotiledonare porta stomi.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio della cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina inferiore	Apice...	174	1498	—	—	—
	Metà ...	166	1114	158	1234	7.81
	Base ..	134	1089	—	—	—

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina inferiore	Apice...	141.	1262	—	—	—
	Metà ...	153	1136	127	1167	9.18
	Base ...	87	1102	—	—	—

NB. 1.° Di questa specie ho ripetute le osservazioni sopra piante coltivate in diversi tempi e ho ottenuto risultati contradditori. Le medie che io presento sono attendibili per aver esaminato superficie cotiledonari oltre che corrispondenti scevre di scabrosità. Ebbi infatti a convincermi che la discordanza dei diversi risultati ottenuti era dovuta ad un notevole aumento di stomi, di piccole dimensioni, nelle tracce di ripiegature causate probabilmente dalle pressioni che subiscono i cotiledoni mentre si sviluppano sotto terra.

2.° Notai ancora che tutte le cellule epidermiche della pagina superiore e inferiore presentano abbondanti cristalli aghiformi di ossalato di calcio raggruppati in druse. I cotiledoni sviluppati all'umido hanno cristalli di dimensioni maggiori che non quelli cresciuti al secco.

Cotiledoni sviluppati all'oscuro.

Acer pseudoplatanus Lin.

Durata dell'esperienza giorni 44. Seminato il 24 gennaio e raccolto il 9 marzo 1902. Temperatura media 17° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti all'umido mmq. 205, al secco mmq. 133.

Come già si è visto la sola pagina inferiore porta stomi.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina inferiore	Apice...	200	1444	—	—	—
	Metà ...	189	1433	156	1485	9.52
	Base ...	80	1578	—	—	—

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina inferiore	Apice...	176	1350	—	—	—
	Metà ...	138	1355	138	1408	10.20
	Base ...	100	1520	—	—	—

NB. Circa i cristalli contenuti nelle cellule epidermiche vale quanto si è detto per i cotiledoni sviluppatisi alla luce.

Cotiledoni sviluppati alla luce.

***Scandix Pecten-Veneris* Lin.**

Durata dell'esperienza giorni 21. Seminato il 25 febbraio e raccolto il 19 marzo 1902. Temperatura media 18° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti all'umido mmq. 76, al secco mmq. 47.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	212	1230	—	—	—
	Metà ...	37	167	88	507	5.76
	Base ...	15	124	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	190	1008	—	—	—
	Metà ...	55	241	88	448	5.09
	Base ...	19	94	—	—	—

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	158	952	—	—	—
	Metà ...	90	478	89	538	6.04
	Base ...	19	185	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	133	822	—	—	—
	Metà ...	106	478	90	530	5.88
	Base ...	30	289	—	—	—

Cotiledoni sviluppati alla luce.

Lupinus albus **Lin.**

Durata dell'esperienza giorni 29. Seminato il 23 gennaio e raccolto il 21 febbraio 1902. Temperatura media 17° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti al secco mmq. 195, all'umido mmq. 255.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	236	1119	—	—	—
	Metà ...	182	944	189	1004	5.31
	Base ...	149	949	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	79	1860	—	—	—
	Metà ...	57	1450	70	1674	23.91
	Base ...	73	1711	—	—	—

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	313	1439	—	—	—
	Metà ...	243	1337	247	1320	5.34
	Base ...	184	1183	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	72	2262	—	—	—
	Metà ...	85	2058	75	2523	33.64
	Base ...	67	3250	—	—	—

(*Vedi continuazione pagina seguente.*)

Nell' atmosfera libera (più secca) del laboratorio.
Superficie media dei cotiledoni mmq. 180.

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	294	1537	—	—	—
	Metà ...	321	1635	279	1517	5.43
	Base ...	222	1378	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	83	1889	—	—	—
	Metà ...	55	2022	55	1918	34.86
	Base ...	27	1844	—	—	—

NB. Le medie esposte sono confermate dalle seguenti ottenute, con esperienze preliminari.

All' umido.

Pag. super.: Stomi (p. mmq.) 385 (di cui 62 geminati). Cellule (p. mmq.) 1334. Rapporto 3.46
„ infer.: „ („) 105 („ 11 „). „ („) 2051. „ 19.53

Al secco.

Pag. super.: Stomi (p. mmq.) 407 (di cui 40 geminati). Cellule (p. mmq.) 2087. Rapporto 5.12
„ infer.: „ („) 98 („ 8 „). „ („) 2493. „ 25.43

Cotiledoni sviluppati all'oscuro.

Lupinus albus **Lin.**

Durata dell'esperienza giorni 34. Seminato il 23 gennaio e raccolto il 26 febbraio 1902. Temperatura media 17° circa. Superficie media dei cotiledeni cresciuti all'umido mmq. 156, al secco mmq. 147.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	304	1512	—	—	—
	Metà ...	297	1567	274	1478	5.39
	Base ...	222	1355	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	104	1753	—	—	—
	Metà ...	39	1836	71	1746	24.59
	Base ...	69	1650	—	—	—

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	394	1844	—	—	—
	Metà ...	309	1733	325	1690	5.20
	Base ...	271	1494	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	114	1961	—	—	—
	Metà ...	31	2080	69	2210	32.02
	Base ...	63	2590	—	—	—

(*Vedi continuazione pagina seguente.*)

NB. Osservazioni fatte con esperienze preliminari mi avevano dato le seguenti medie complessive:

All' umido.

Pag. super.: Stomi (p. mmq.) 318 (di cui 7 geminati). Cellule (p. mmq.) 1519. Rapporto 4.77
„ infer.: „ („) 61 („ 6 „). „ („) 2087. „ 34.21

Al secco.

Pag. super.: Stomi (p. mmq.) 437 (di cui 8 geminati). Cellule (p. mmq.) 2398. Rapporto 5.48
„ infer.: „ („) 95 („ 7 „). „ („) 2331. „ 24.53

Questi risultati non coincidono coi precedenti circa il numero degli stomi su la pagina superiore e inferiore, come rilevasi dai singoli rapporti.

Cotiledoni sviluppati alla luce.

Trifolium incarnatum Lin.

Durata dell' esperienza giorni 8. Seminato il 24 febbraio e raccolto il 4 marzo 1902. Temperatura media 18° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti all' umido mmq. 8.5, al secco mmq. 8.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	239	1100	—	—	—
	Metà ...	300	1304	261	1175	4.50
	Base ...	244	1122	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	244	1455	—	—	—
	Metà ...	482	2461	360	1990	5.52
	Base ...	355	2055	—	—	—

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	292	1375	—	—	—
	Metà ...	458	2158	354	1646	4.64
	Base ...	312	1404	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	597	4367	—	—	—
	Metà ...	644	3939	584	3719	6.36
	Base ...	512	2850	—	—	—

Cotiledoni sviluppati all'oscuro.

Trifolium incarnatum Lin.

Durata dell'esperienza giorni 11. Seminato il 24 febbraio e raccolto il 7 marzo 1902. Temperatura media 18° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti all'umido mmq. 7.5, al secco idem.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	840	3240	—	—	—
	Metà ...	948	3682	863	3382	3.91
	Base ...	800	3225	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	933	6033	—	—	—
	Metà ...	1033	5900	989	5928	5.99
	Base ...	1000	5850	—	—	—

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	1060	4420	—	—	—
	Metà ...	1060	4380	1080	4360	4.03
	Base ...	1120	4280	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	980	5080	—	—	—
	Metà ...	980	4580	953	4712	4.09
	Base ...	900	4475	—	—	—

Cotiledoni sviluppati alla luce.

Trigonella Foenum-graecum **Lin.**

Durata dell'esperienza giorni 20. Seminata il 24 gennaio, raccolta il 13 febbraio 1902. Temperatura media 16° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti all'umido mmq. 59, al secco mmq. 30.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	153	568	—	—	—
	Metà ...	191	668	160	590	3.68
	Base ...	137	533	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	286	1194	—	—	—
	Metà ...	289	1017	261	1151	4.40
	Base ...	207	1241	—	—	—

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice....	253	993	—	—	—
	Metà ...	198	680	200	759	3.79
	Base ...	149	604	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	374	1858	—	—	—
	Metà ...	298	995	311	1404	4.51
	Base ...	260	1358	—	—	—

(*Vedi continuazione pagina seguente.*)

Nell' atmosfera libera (più secca) del laboratorio
superficie media dei cotiledoni mmq. 47.

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	156	600	—	—	—
	Metà ...	155	544	143	570	3.98
	Base ...	117	567	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	333	1733	—	—	—
	Metà ...	144	766	181	985	5.44
	Base ...	66	455	—	—	—

Cotiledoni sviluppati all'oscuro.

Trigonella Foenum-graecum Lin.

Durata dell'esperienza giorni 16. Seminato il 24 febbraio e raccolto il 12 marzo 1902. Temperatura media 18° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti all'umido mmq. 12.5, al secco mmq. 13.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice .	521	1950	—	—	—
	Metà .	540	1922	507	1931	3.80
	Base .	461	1920	—	—	—
Pagina inferiore	Apice .	374	2731	—	—	—
	Metà .	386	2622	377	2793	7.40
	Base .	371	3025	—	—	—

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice .	595	1987	—	—	—
	Metà .	613	1825	543	1852	3.41
	Base .	422	1745	—	—	—
Pagina inferiore	Apice .	348	2012	—	—	—
	Metà .	457	2096	395	2050	5.18
	Base .	380	2043	—	—	—

Cotiledoni sviluppati alla luce.

Cucurbita maxima **Duches.**

Durata dell'esperienza giorni 27. Seminata l'8 febbraio e raccolta il 7 marzo 1902. Temperatura media 18° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti all'umido mmq. 518 e al secco mmq. 850.

È stata esaminata la sola pagina inferiore, la quale, contrariamente alla superiore, essendo priva di peli, si presta meglio per contare gli stomi.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio della cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina inferiore	Apice...	450	3100	—	—	—
	Metà ...	158	1467	266	1896	7.12
	Base ...	189	1122	—	—	—

		Secco				
		N medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina inferiore	Apice...	648	4375	—	—	—
	Metà ...	315	2980	382	3137	8.21
	Base ...	183	2055	—	—	—

NB. **La pagina superiore dei cotiledoni sviluppatisi al secco si presenta ricoperta da molti peli più numerosi che non nei cotiledoni cresciuti all' umido.**

Cotiledoni sviluppati all'oscuro.

Cucurbita maxima Duches.

Durata dell'esperienza giorni 32. Seminata l'8 febbraio e raccolta il 12 marzo 1902. Temperatura media 18° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti all'umido mmq. 309, al secco mmq. 253.

Per la stessa ragione esposta antecedentemente è stata esaminata la sola pagina inferiore.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina inferiore	Apice...	487	6450	—	—	—
	Metà ...	737	5450	608	5250	8.63
	Base ...	600	3850	—	—	—

		Secco				
		N medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina inferiore	Apice...	462	7150	—	—	—
	Metà ...	455	5600	497	6950	13.98
	Base ...	575	8100	—	—	—

NB. I cotiledoni cresciuti all'oscuro presentano, alla pagina superiore, peli radi senza notevole differenza per i due mezzi secco e umido.

Cotiledoni sviluppati alla luce.

Calendula officinalis Lin.

Durata dell'esperienza giorni 24. Seminata il 24 gennaio e raccolta il 17 febbraio 1902. Temperatura media 16° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti all'umido mmq. 111, al secco 43.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	89	472	—	—	—
	Metà ...	78	377	71	365	5.14
	Base ...	45	245	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	123	563	—	—	—
	Metà ...	99	509	90	461	5.12
	Base ...	47	310	—	—	—

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	128	860	—	—	—
	Metà ...	102	399	92	518	5.63
	Base ...	45	295	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	134	757	—	—	—
	Metà ...	105	518	98	542	5.53
	Base ...	54	352	—	—	—

Cotiledoni sviluppati all'oscuro.

Calendula officinalis Lin.

Durata dell'esperienza giorni 20. Seminata il 25 febbraio e raccolta il 17 marzo 1902. Temperatura media 18° circa. Superficie media dei cotiledoni cresciuti all'umido mmq. 42, al secco mmq. 40.5.

		Umido				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	155	1312	—	—	—
	Metà ...	208	1493	155	1165	7.51
	Base ...	101	689	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	167	1889	—	—	—
	Metà ...	80	1500	108	1395	12.81
	Base ...	77	797	—	—	—

		Secco				
		N. medio degli stomi per mmq. (1)	N. medio delle cellule epidermich. per mmq. (2)	N. medio degli stomi per mmq. su tutta la pagina (3)	N. medio delle cellule epidermich. su tutta la pagina (4)	Rapporto tra i N. delle colonne (3) e (4) (5)
Pagina superiore	Apice...	296	1153	—	—	—
	Metà ...	217	1033	207	951	4.59
	Base ...	108	667	—	—	—
Pagina inferiore	Apice...	194	1155	—	—	—
	Metà ...	220	1424	160	1100	6.87
	Base ...	66	722	—	—	—

Dalle cifre esposte si possono dedurre le seguenti conclusioni:

Sotto l'azione della luce:

1.° L' umidità favorisce lo sviluppo d' una maggiore superficie del lembo cotiledonare.

2.° Il numero degli stomi, per unità di superficie, è generalmente minore nei cotiledoni cresciuti in ambiente umido che non in quelli cresciuti in ambiente secco.

3.° Anche il numero delle cellule epidermiche è, per unità di superficie, generalmente minore nei cotiledoni cresciuti all'umido [1].

4.° Il numero però delle cellule epidermiche di una data pagina (superiore o inferiore) sull'unità di superficie diminuisce in maggiore proporzione del numero degli stomi (come lo indicano i rapporti della colonna 5 degli specchietti). Il che è quanto dire che l' *umidità in condizioni normali*, (ciò è alla luce) *favorisce la formazione degli stomi, poichè ne aumenta il numero.*

5.° La prevalenza del numero degli stomi sopra l'una o l'altra pagina dei cotideloni, si mantiene inalterata tanto al secco che all'umido.

***

All' oscuro non si riscontra differenza rilevante fra le dimensioni dei cotiledoni cresciuti nei due mezzi umido e secco; inoltre il numero degli stomi, per ambedue le pagine, nei cotiledoni cresciuti in mezzo umido o secco non segue leggi fisse. Infatti nella *Calendula* e nella *Trigonella*, all'umido diminuisce il numero degli stomi, ma aumenta quello delle cellule epidermiche, e ciò tanto per la pagina superiore, quanto per l'inferiore; nell'*Impatiens*, per la pagina inferiore, nella *Beta*, per la superiore, all'umido si ha, per unità di superficie una contemporanea diminuzione di stomi e di cellule, però quelli diminuiscono più di queste. Così nel *Trifolium*, pagina inferiore, all' umido, aumenta il numero degli stomi, ma aumenta anche in maggior proporzione il numero delle cellule. Considerando ancora la disparità delle medie ottenute nelle due distinte serie di osservazione per la pagina superiore e inferiore del *Lupinus*, considerando inoltre, la differenza poco accentuata trovata per l'*Acer*, sembrerebbe che l'umidità avesse una certa tendenza, in assenza della luce, ad ostacolare la formazione degli stomi dal momento che ne diminuisce il numero.

---

[1] Si scostano da questa regola e dalla precedente i cotiledoni dell'*Acer* e dell'*Impatiens*, pur verificandosi per essi sempre la legge generale dell'umidità enunciata al paragrafo 4.

Questi fatti si potrebbero forse spiegare, pensando che la luce e la siccità dell'aria aumentano entrambe la traspirazione: ora una pianta che sia esposta alla luce solare in un'ambiente secco, deve trovarsi in condizioni da doversi difendere da una eccessiva traspirazione e questo forse ottiene diminuendo il numero dei suoi stomi. Al buio la traspirazione, come è noto, è di molto inferiore a quella che si ha sotto la radiazione solare; per cui eliminando la luce, la traspirazione provocata dalla sola siccità dell'aria non sarà forse tale da tornare sfavorevole alle giovani piantine, e la siccità stessa, promovendo una maggiore traspirazione, favorirà lo sviluppo degli stomi.

Rinnovo prima di terminare, i ringraziamenti all'Illustre Prof. Giovanni Briosi, direttore dell'Istituto, per avermi fornito i mezzi necessari di studio in queste mie ricerche.

Dall'*Istituto Botanico della R. Università di Pavia*, Aprile 1902.

ISTITUTO BOTANICO DELLA R. UNIVERSITÀ DI PAVIA
E
LABORATORIO CRITTOGAMICO ITALIANO
DIRETTI
da GIOVANNI BRIOSI.

Uredo Aurantiaca n. sp.

NUOVA UREDINEA PARASSITA DELLE ORCHIDEE.

NOTA
DEL
Dott. LUIGI MONTEMARTINI.

Colla Tavola IV.

Le foglie di un *Oncidium Cavendishianum* Batem. arrivato l'anno scorso al nostro Orto Botanico dallo stabilimento Balme di Parigi, sono affette da un'Uredinea la quale appare su ambedue le pagine fogliari, più abbondante però sulla superiore, in forma di tanti sori uredosporiferi, puntiformi, polverulenti, isolati e non circondati da alcuna macchia. In principio rari e sparsi nel lembo fogliare, a poco a poco tali sori diventano fitti così che in un centimetro quadrato di superficie se ne contano fino venti. Solamente dopo un tempo relativamente lungo (dopo qualche mese circa), l'areola circostante ad ogni soro diventa livida e poi nerastra, mentre si sviluppano su di essa, proprio adiacenti al primo, altri sori del fungo.

Il mesofillo fogliare circostante ai sori è invaso da un abbondante micelio che si intreccia tra una cellula e l'altra e tutte le avvolge (tav. IV, fig. 1 e 4). È un micelio settato, irregolare e pieno di goccioline giallastre. Penetra negli spazii intercellulari e sviluppandosi dentro essi a poco a poco isola le cellule, le stringe e le atrofizza (fig. 4): spesso anche caccia dentro esse, a guisa di austorii, delle estremità di ife che dentro si rigonfiano e si ramificano in modo molto irregolare (fig. 5); spesso poi, quando le cellule sono già molto schiacciate, vi penetrano delle ife che le attraversano (fig. 3) e vi si sviluppano sì da occuparle presto completamente.

È notevole che le cellule in tal modo avvolte dal micelio, mentre ne hanno impedito il loro funzionamento normale talchè col tempo muoiono ed il loro contenuto si altera, acquistano una resistenza speciale all'essiccamento così che su un pezzo di foglia staccàto dalla pianta ed esposto all'aria secca, le areole circostanti ai sori rimangono verdi per parecchi giorni ancora dopo che il resto del mesofillo è seccato ed ha perso il suo colore normale [1].

Proprio sotto ai sori uredosporiferi, lo stroma miceliare si fa molto denso e grosso, sì che schiaccia diverse cellule del mesofillo e solleva a pustola l'epidermide che lo ricopre. In seguito questa si rompe ed i suoi resti si sollevano per la formazione di numerose uredospore, che escono in mucchietti di polvere giallognola, mescolata a qualche filamento micelico strappato. Esse sono di forma varia: ovali-rotondeggianti e talora oblunghe ed irregolarmente angolate (fig. 2); a parete relativamente grossa e quasi sempre finissimamente verrucosa, talvolta però anche liscia; ed a contenuto granuloso, giallo-rossastro per goccie d'olio. Alla germinazione (fig. 6) da ognuna di esse escono due o più filamenti micelici, che tosto si ramificano e segmentano.

Le uredospore sono portate da peduncoli semplici, ialini, piuttosto lunghi e sorgenti da uno stroma assai compatto, che simula uno pseudoparenchima. In parecchi casi tra i peduncoli fertili ne trovai qualcuno sterile che si allungava più degli altri (fig. 2). Negli acervuli vecchi, tali parafisi sterili sono molto lunghe e colla parete relativamente grossa e nera, sì da simulare una setola di un *Colletotrichum* [2].

Da un anno che osservo l'Uredinea qui descritta, essa, pur estendendosi sulla stessa pianta alle foglie nuove di mano in mano che sono comparse, si è sempre presentata cogli stessi caratteri e cogli stessi organi di riproduzione *(uredospore)*, nè mi fu possibile, per quanto variassero le condizioni esterne in cui vegetava la pianta, vedere teleutospore o altra forma di spore. Il parassita poi si è bensì esteso alle foglie intiere ed alle porzioni di foglia ancora sane, ma non ha attaccato le altre piante (Orchidee, o di altre famiglie) circostanti.

Probabilmente, siccome l'ospite è una pianta sempre verde, questa specie può perpetuarsi nelle sue foglie in forma di micelio o colle

---

[1] Un fenomeno simile fu osservato per altri funghi parassiti dal Cornu (*Prolongation de l'activité végétale des cellules chlorophylliennes sous l'influence d'un parasite*, in *Compt. Rend. de l'Acad. de Paris*, 1881).

[2] Anche in altre specie di *Uredo* si trovano queste parafisi. La loro presenza nel caso da me studiato mi ha fatto pensare trattarsi di organi meccanici intesi ad aiutare il sollevamento e la rottura dell'epidermide e della grossa cuticola che ricopre in principio gli acervuli.

uredospore, e per conseguenza non avrà mai bisogno di ricorrere ad altri organi di riproduzione. Io dunque la ascrivo al genere *Uredo*.

Dalle altre specie di *Uredo* descritte finora sopra le Orchidee (*Uredo carnosa* Speg., *Gynandrearum* Cord., *incognita* Speg. e *japonica* B. et C.) questa si distingue per la presenza del grosso stroma miceliare, per il polimorfismo delle spore, per la assenza di macchie fogliari intorno agli acervuli e per le particolarità del micelio sopra descritte. Recentemente l'Hennings [1] ha trovato nel Para sulle foglie di *Oncidium Lanceanum* un'*Uredo* che egli chiama *Ur. Oncidii*, la quale però non si può identificare a quella da me trovata perchè produce macchie, presenta spore di dimensioni e forme diverse e non ha nè parafisi (almeno così risulta dalla diagnosi che ne dà l'Hennings) nè stroma miceliare molto sviluppato.

Credo pertanto di poterne fare una specie nuova che così definisco:

Uredo aurantiaca n. sp. — *Maculis nullis; soris epi- vel hypophyllis, in stromate myceliare insitis, sparsis, hinc inde 3-6-aggregatis, primo epidermide et pseudoperidio tenui tectis, demum erumpentibus et epidermide rupta cinctis, pulverulentis, interdum setulis sterilibus praeditis, auriantiacis; uredosporis polymorphibus, rotundatis, vel ovatis, vel oblongis et irregulariter angulatis, dilute flavis, 20 — 25 = 16 — 20 μ, episporio crassiusculo et minute verruculoso vel levi instructis, pedicello hyalino 15-20 μ longo fultis.*

Dal *Laboratorio Crittogamico di Pavia*, aprile 1902.

[1] P. Hennings, *Fungi paraenses*, II. Hedvigia, 1902.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA IV.

Fig. 1. — Sezione trasv. di un soro di *Uredo aurantiaca*.
„ 2. — Porzione della medesima ad ingrandimento più forte, con una setola sterile (*s*).
„ 3-4. — Cellule del mesofillo fogliare circondate ed attaccate dal micelio.
„ 5. — Austori del fungo.
„ 6. — Uredospore in germinazione.
„ 7. — Porzione di foglia di *Oncidium Cavendishianum* attaccata dall' *Uredo aurantiaca*.

ISTITUTO BOTANICO DELLA R. UNIVERSITÀ DI PAVIA
E
LABORATORIO CRITTOGAMICO ITALIANO
DIRETTI
da GIOVANNI BRIOSI.

INTORNO AD UN NUOVO TIPO DI LICHENI
A TALLO CONIDIFERO
CHE VIVONO SULLA VITE
FINORA RITENUTI PER FUNGHI

RICERCHE

DI

G. BRIOSI e R. FARNETI.

(Con due tavole litografate.)

Nell'Aprile scorso veniva portato al nostro Laboratorio una mucilagine di colore in parte carnicino, in parte giallognolo, stata raccolta sopra viti, nelle quali si era sviluppata in forte misura, destando ad un tempo curiosità ed apprensione per tema d'un nuovo malanno.

Recatici alla cascina Limido presso Cava Carbonara, da dove era stata fatta la spedizione, trovammo che quasi tutti i tronchi delle viti di un lunghissimo pergolato presentavano sui tagli delle potature, dai quali sgorgava il così detto pianto, delle masse mucilaginose più o meno grosse e larghe, d'un colore talora roseo-carnicino, talora roseo-aranciato che scendevano lungo i tronchi stessi per molti decimetri, talvolta per un metro e più, dando ad ogni singola vite, anzi all'intero pergolato, un aspetto assai strano, che giustificava le preoccupazioni dei proprietari i quali pensavano d'avere una nuova e straordinaria malattia, una specie di escrescenza carnosa e cancrenosa nelle loro viti.

Noi non tardammo ad accorgerci che si trattava invece d'un fenomeno noto, benchè raro nei nostri vigneti, che eravamo in presenza di quella produzione gelatinosa che i micologhi attribuiscono all'opera d'un fungo, al *Pionnotes Biasolettiana* (Corda) Sacc.

Raccolte parecchie di tali escrescenze e portate in Laboratorio, si sottoposero, come è nostro costume quando trattasi di cose rare o che a noi si presentano per la prima volta, ad accurato esame microscopico per verificarne e controllarne i caratteri specifici. Con nostra sorpresa, nel procedere all'esame di tale corpo ci accorgemmo che non tutti i dati forniti dagli autori si ripetevano con esattezza nel caso nostro e ben presto ci persuademmo che non avevamo a fare con un vero fungo, come esso era stato finora ritenuto, ma probabilmente con un lichene, molto singolare ed interessante, sia per la forma del suo tallo, sia, e più specialmente, per una vera riproduzione conidica, sino ad ora non osservata in alcun lichene.

Ritornammo allora a Limido per raccogliere nuovi esemplari, avendo cura di prenderne non solo di quelli tuttora molli e freschi, ma altresì dei quasi disseccati; levando i campioni insieme alla corteccia dei tronchi sui quali si trovavano, e preferendo le parti superiori delle escrescenze, ove era supponibile che la massa non fosse ancora sconvolta per lo stilicidio ed il peso che la trascina e fa scorrere sovrapponendo e rimescolando le sue diverse parti, in modo che gli elementi costitutivi perdono la loro naturale posizione.

Porzione di tale materiale fu osservata subito fresca, e parte fu messa in alcool affine d'indurirla e poterla meglio sezionare; indi lo studio fu ripreso colla massima cura. Da queste non facili ricerche più volte ripetute è risultato che tali masse gelatinose non sono, come si è finora creduto, costituite unicamente di un intreccio di semplici fili micelici, ma che in mezzo a questi si trovano degli elementi algosi (gonidii) (Tav. V, fig. 1 *mg. MG.*; Tav. VI, fig. 1 *mg. MG.* e fig. 6, 7); inoltre che verso la superficie esterna evvi uno strato con dei ricettacoli ascofori; e che il tutto è ordinato a struttura lichenosa, come più avanti dimostreremo (Tav. V, fig. 1 e 4; Tav. VI, fig. 1.)

Analoghe ricerche noi abbiamo fatte sopra tutte le altre *Pionnotes* delle quali potemmo avere esemplari; esse dimostrarono che la struttura lichenosa della *Pionnotes Biasolettiana* si ripeteva anche nella *Pionnotes Cesatii,* ma non nelle altre, da qui la necessità di togliere ambedue queste tallofite dalla classe dei funghi per passarle in quella dei licheni della quale debbano costituire un nuovo genere al quale diamo il nome di *Chrysogluten* che, come sarà più oltre dimostrato, deve formare il tipo di una nuova famiglia, *Chrysoglutenaceae,* dell'ordine dei *Licheni gelatinosi* del Bernh, tribù dei *Pyrenocarpi* od *Angiocarpi* del Koerber, colle due specie: *Chrysogluten Biasolettianum* e *Chrysogluten Cesatii.*

Storia.

Il *Pionnotes (Chrysogluten) Biasolettiana* fu raccolto la prima volta presso Trieste su tronchi di vite dal dott. Biasoletto, il quale l'inviò al celebre micologo boemo Corda; questi più tardi, nel 1837, avendolo trovato di nuovo sopra il tronco di una Betula a Cibulka presso Praga, lo descrisse nel 1838 sotto il nome di *Fusarium Biasolettianum* dandone la diagnosi seguente:

" *Polymorphum vel effusum carnoso-tremellosum, crassum, aurantiacum; stromate carnoso albido, flocсoso, floccis septatis; strato sporïdiorum crassiusculo gelatinoso aurantiaco-rubro, viscido; sporis fusiformibus, utrinque acuminatis, episporio diaphano glaberrimo, nucleo vesciculoso* „ aggiungendo che esso: " *bildet zwei Linien bis sechs Zoll lange, mehrere Zoll breite gallertighe Massen und ähnelt in Farbe und æusserer Form sehr dem* Fusisporium Betae *Desm. Ihr weisslicher Träger ist oft bis* ¹/₄ *Zoll dick, und mit der* ¹/₂*-1 Linie dicken Sporenschichte bedeckt. Er besteht aus dichtverwebten Zellfasern, deren untere Lage vielfältig verästet und kriechend ist, während die obere Lage aufrecht und gedrängt stehedn, die Form von Stützschläuchen annimmt. Alle Zellen dieser Flocken sind mit gelblichen Schleimkörnchen erfüllt, und zwischen ihnen und den verschieden gekrümmten Sporen sind abortive Zellglieder in Gestalt unregelmässiger Körner eingestreut, welche ein minder geübter Beobachter sehr leicht für Conidien hält, welche den Pilzen fehlen. Auch hier ist die Spore höher organisirtes keimfähig gewordenes Glied der Zellfaser des Trägers* „ [1].

Il celebre micologo boemo non parla, come vedesi, nè di elementi algosi, nè di ricettacoli ascofori. Accenna invero a grani di forma irregolare sparsi nello stroma, ma li ritiene semplicemente cellule abortite, e le stesse figure che egli dà dimostrano come a lui fosse assolutamente sfuggita la vera struttura di questo lichene.

Anche i micologi che vennero dopo il Corda, e nuovamente lo descrissero, non fanno menzione nè di corpi algosi (gonidii) nè di ricettacoli ascofori; il che reca maggiore meraviglia perchè il Gibelli nell'*Erbario Crittogamico Italiano* (Serie II N. 597) aveva sino dal 1876 pubblicato e distribuito il *Fusarium Biasolettianum* da lui raccolto presso

---

[1] A. C. I. Corda, *Icones fungorum hucusque cognitorum.* Tomus II, Pragæ 1838, pag. 3, t. VIII, fig. 14.

Modena parimenti sullo stilicidio di viti piangenti, ed in questi esemplari chi attentamente osserva può vedere oltre i gonidii ben distinti di già gli apoteci, quantunque immaturi e tuttora nucleiformi.

Nel 1846 Elia Fries[1] costituì il genere *Pionnotes*[2], riferendovi come tipo il *Fusarium capitatum* Schw. *Syn. Amer. bor.* N. 3033.

Il Saccardo[3] ha mantenuto il genere del Fries, modificando alquanto la diagnosi[4], ponendolo nella famiglia delle *Tuberculariеae* e riferendovi oltre al *Fusarium capitatum* Schw., altre nove specie fra le quali il *Fusiarium Biasolettianum* Corda e il *Fusarium Cesatii* Thüm.

Di questo genere noi non abbiamo potuto studiare che quattro specie, cioè:

La *Pionnotes Biasolettiana* (Corda) Sacc. (*Erb. Critt. ital.* ser. II, fasc. XVIII, N. 897); la *P. Cesatii* (Ces.) Thüm. (Klotzsch *Herb. viv. Myc.* N. 1895); la *P. Betae* (Desm.) Sacc. (Rabenhorst *Fung. eur. exsic.* N. 69; T. B. Mongeot, C. Nesler et W. P. Schimper *Stirp. crypt. Vogeso-Rhenanis* N. 1098; Desmazières *Plant. Crypt. de Franc.* fasc. III, N. 104; Roumeghère *Fungi Gall. exsicc.* N. 324) e la *P. Solani-tuberosi* (Desm.) Sacc. (Westendorp *Herb. Cryp.* fas. X, N. 496).

Soltanto nella *Pionnotes Biasolettiana* e nella *P. Cesatii* abbiamo accertata la presenza di gonidii e di apoteci; mentre nelle altre due non trovammo traccia nè degli uni nè degli altri[5]. Per questa ragione, il genere *Pionnotes* rimane nei funghi; ma da esso si devono togliere la *P. Biasolettiana* e la *P. Cesatii*, le quali debbono passare nei licheni, a formarvi un nuovo genere, il genere che noi abbiamo chiamato *Chrysogluten*.

---

[1] Elia Fries, *Summa vegetabilium Scandinaviae.* Sectio prior; Holmiae et Lipsiae 1846, pag. 481.

[2] " Pionnotes Fr., *Sporae majusculae, cylindricae, flexuosae, pellucidae in massam gelatinosam rigescentem (aurantio-rubram) effiguratam junctae* ".

[3] P. A. Saccardo, *Sylloge Fungorum omnium hucusque cognitorum.* Patavii, 1886, vol. IV, pag. 725.

[4] " *Sporodochium gelatinosum dein (rigescens), auranti. rubrum, crasse pulvinatum vel lobatum. Conidia majuscola, fusoidea vel cylindrica, flexuosa, pellucida, obsolete septata (raro ellipsoidea, continua). Hyphae fasciculatae simplices vel ramosae* ". — Saccardo, loc. cit.

[5] Della *P. Solani-tuberosi* non abbiamo potuto osservare che un solo scarso esemplare ed anche dubbio, ma sopra la *P. Betae* le ricerche furono numerose per abbondanza di materiale.

Descrizione del *Chrysogluten Biasolettianum.*

Il tallo si presenta come una grande massa gelatinosa, alquanto vischiosa, diffusa, rosea o aranciato-cinabarina, con un centimetro e più di spessore, che riveste il tronco delle viti per buona parte della sua circonferenza e talora per un metro ed oltre della lunghezza (Tav. V, fig. 2 e 3), tallo che disseccando si riduce ad un millimetro o poco più di spessore.

Questo lichene ha quindi un potere di distensione, sotto l'azione dell'umidità, quasi doppio di quello accertato da W. Nylander per il *Collema auriculatum* [1] che è ritenuto, tra i licheni, il più dilatabile.

Il tallo del *Chrysogluten Biasolettianum* ha una struttura omogenea, vale a dire è costituito da un intreccio di elementi tubolosi e da gonidii disseminati senza alcun ordine apparente (Tav. V, fig. 1 e 4; Tav. VI, fig. 1) come si osserva nella maggior parte dei *Licheni Homoeomerici.* Però, facendo una sezione normale nel tallo disseccato, si possono distinguere tre zone, determinate dalla maggiore o minore condensazione dei suoi elementi costitutivi, dalla loro direzione e dal loro colore (Tavola V, fig. 1).

La zona superficiale esterna, che corrisponde allo strato corticale od epitallo (Tav. V, fig. 1 *e*; Tav. VI, fig. 1 *e*), si distingue dalla zona mediana sottostante per un intreccio più stretto degli elementi filamentosi, più ricco di gonidii, e fortemente agglutinato da abbondante mucilagine.

Nella zona mediana (strato gonidiale) gli elementi filamentosi hanno un decorso flessuoso e quasi perpendicolare alla superficie esterna del tallo (Tav. V, fig. 1 *sg*; Tav. VI, fig. 1 *sg*). Queste due prime zone sono di un colore cinabarino o roseo aranciato più o meno deciso che va degradando di intensità dall'esterno all'interno.

La terza zona, che corrisponde allo strato midollare (Tav V, fig. 1 *sm*), è perfettamente incolora, ed è formata dall'intreccio di filamenti fortemente stipati e contratti, a decorso prevalentemente orizzontale, che si riannodano allo strato gonidiale superiore descrivendo curve ascendenti. La struttura zonata che presenta il tallo allo stato secco è dovuta alla minore contrattilità degli elementi filamentosi tallini della porzione superiore colorata.

---

[1] William Nylander, *Synopsis methodica Lichenum omnium hucusque cognitorum*, pag. 14.

Gli apoteci sono muniti di un escipolo proprio, endocarpici, dapprima nucleiformi poscia pireniformi (periteci), e trovansi nello strato gonidiale, dapprima del tutto immersi, indi emergenti (Tav. V, fig. 1 e 4 *p*; Tav. VI, fig. 1 *p*).

La superficie esterna del tallo è rivestita da un folto vello di conidii traslucidi, ed incolori (Tav. V, fig. 1 e 4 *c*; Tav. VI, fig. 1 *c*). Non abbiamo trovato nè picnidii nè spermogonii.

I periteci sono di colore arancione, più intenso di quello della trama dello strato gonidico, piriformi, muniti di lungo ostiolo che a maturità sporge in parte sulla superficie del tallo (Tav. V, fig. 1 e 4 *p*; Tav. VI, fig. 1 *p*). Essi sono distribuiti senz'ordine, ma fittamente aggregati, alti 200-250 μ, larghi 130-150 μ; sono molto appariscenti, specie per la struttura pseudo-parenchimatica del loro ricettacolo, assai diversa di quella della trama del tallo.

Lo strato subimeniale è composto di piccole cellule poligonali, jaline; e la parete interna dell'ostiolo è rivestita, come nella maggior parte dei licheni pirenocarpi, da numerosi filamenti ostiolari rivolti in basso (Tav. V fig. 1 *p*; Tav. VI, fig. 1 *p*).

L'imenio manca di parafisi (Tav. VI, fig. 4), fatto raro nei licheni ad eccezione degli *Endocarpon*, di molte *Verrucaria* e dei *Phyllischum* [1]. Le teche sono cilindriche, lineari, ottuse, brevemente stippitate (Tav. VI, fig. 4), alte 90 μ e larghe 7 a 7 $^1/_2$ μ; esse contengono otto spore, obliquamente monostiche, ellittiche, subconico-troncate alle due estremità, ottuse, bicellulari, alquanto ristrette in corrispondenza del setto, di 13,3 $\times$ 6,7 μ, jaline e ripiene di plasma finamente granuloso (Tav. VI, fig. 5).

I conidii sono inseriti sopra conidiofori tre o quattro volte ramificati; all'estremità di ciascun rametto s' inseriscono 2-4 conidii generalmente appaiati od aggruppati (Tav. VI, fig. 2). Questi rametti o peduncoli del racimoletto conidioforo sono difficili a vedersi, perchè si trovano immersi nell' epitallo gelatinoso o vi affiorano appena; e nel fare i preparati si tagliano o si disarticolano.

I conidii sono fusiformi (Tav. V, fig. 8), leggermente curvi, acuti ad ambo le estremità, jalini, a contenuto finamente granuloso, 3-5-settati. Essi misurano generalmente 50 μ per 4 μ, ma la loro lunghezza oscilla fra 35 μ e 60 μ, e varia alquanto anche il loro diametro come la loro forma. Da prima sono brevi, più grossi, ottusi alle estremità, leggermente curvi ed unicellulari o bicellulari.

---

[1] Quest'ultimo genere appartiene ai *Licheni Homoeomerici*.

I gonidii sono dispersi senz'ordine nello strato gonidiale (Tav. V, fig. 1 *mg*, *MG*; e Tav. VI. fig. 6 e 7), mancano nello strato midollare; e qualcuno, ma non sempre, se ne osserva disperso nella parte inferiore del tallo. Per le loro dimensioni si possono distinguere in macro- e microgonidii. I macrogonidii (Tav. V, fig. 1 *MG*; Tav. VI. fig. 6 *MG*) misurano da 10 a 18 μ, sono di un verde glauco, con minute granulazioni nell'interno di un verde giallastro. Se ne trovano degli sferici unicellulari, degli ellittici bicellulari ed anche dei composti di tre, quattro o cinque cellule.

I microgonidii (Tav. V, fig. 1 *mg*; Tav. VI, fig. 1 *mg* e 7) misurano da 6 $^1/_2$ ad 8 μ, sono sferici, isolati o riuniti due a due, e qualche volta, ma di rado, disposti in brevi catenelle. Il loro contenuto è jalino, d'un verde ceruleo pallido. Sono distribuiti come i macrogonidii, coi quali si trovano frammisti, ma più numerosi.

Colla tintura di jodio lo strato gonidiale prende un colore violetto-pallido, non uniforme, che dopo tre o quattro minuti scompare; l'imenio non si colora.

Il tallo disseccando o perde il colore o volge al colore del minio, diventa crostaceo, coriaceo, rugoso, o forma pieghe variamente increspate o meandriformi, sempre però in modo irregolare (Tav. VI, fig. 3); qualche volta anche assume aspetto fibroso e si screpola senz'ordine. Nel tallo secco, i periteci, per la forte contrazione della trama del tallo e per la resistenza del loro ricettacolo, pseudo-parenchimatoso, si fanno prominenti, e visti colla lente, mostransi coll'ostiolo aperto regolarmente, e danno alla superficie del tallo un aspetto verrucoso.

Considerazioni critiche.

Nessun lichene è stato finora trovato che produca veri e propri conidii; ora è egli possibile che una tale produzione si abbia, ed in modo indubbio, nel caso del nostro *Chrysogluten Biasolettianum?* Noi riteniamo di sì; ed è ciò che ci proponiamo dimostrare prendendo in esame tutti i funghi ed i licheni che hanno con esso qualche affinità e tutte le loro possibili combinazioni, per escludere ogni altra ipotesi.

Come si è detto, questo lichene gelatinoso venne descritto quale un fungo stromatico *(Tuberculariaceae)* sotto il nome di *Pionnotes Biasolettiana* (Corda) Sacc., ed infatti, se si fa astrazione dalla presenza dei gonidii, per la sua forma, per la disposizione ed i caratteri dei suoi conidii e conidiofori, esso si dovrebbe ascrivere agli Ifomiceti, famiglia

delle *Tuberculariaceae*, sezione *Phragmosporae* Sacc. ed al genere *Pionnotes* Fr., come venne classificato dagli autori. Per altro, come abbiamo più sopra detto, esso non è un fungo, bensì un lichene.

Questo nostro tallofita presenta non solo dei conidii continui e diversamente settati, ma altresì dei periteci ed un tallo, che potrebbe essere stato preso anche per un imenio resupinato; in grazia a tali fatti ed ipotesi abbiamo dovuto ricercare se per caso, in virtù dei caratteri speciali di questi organi presi singolarmente, o nel loro insieme, fosse stato riferito ad altro gruppo di funghi e descritto sotto altro nome.

Sul tronco della vite vivono abitualmente oltre 300 specie di funghi che appartengono a molti e svariati ordini. Fra gli Ifomiceti p. es. si contano 16 specie di *Tuberculariaceae;* ma dall'esame fattone risulta che nessuna di esse può confondersi colla forma conidica del nostro *Chrysogluten Biasolettianum*. Per tal modo tutti gli Ifomiceti rimangono esclusi, poichè all'infuori delle *Tuberculariaceae* il nostro *Pionnotes* non ha affinità con altri di questi funghi.

Se il nostro lichene pel suo strato conidifero fosse stato preso per un imenio resupinato, esso si dovrebbe trovare descritto nelle *Tremellineae*, ma un attento esame di questo gruppo ci ha dimostrato che nessuna forma in esso è contenuta la quale abbia i caratteri del *Chr. Biasolettianum*.

Nacque anche il dubbio che il tallo del *Pionnotes* osservato allo stato secco, fosse stato preso per una Teleforea, p. es. del genere *Corticium* con alcune specie del quale ha qualche rassomiglianza, ma nessuna vi corrisponde.

Il *Chrysogluten Biasolettianum* non si riproduce soltanto per conidii, ma anche per ascospore, quindi, come in grazia alla sua forma conidica è stata riferita dal Corda e dagli autori successivi agli Ifomiceti, così in grazia della sua forma ascofora potrebbe trovarsi descritto fra i Pirenomiceti. In tal caso esso avrebbe dovuto essere ascritto alla famiglia delle *Hypocreaceae*, tribù *Hyalodidymae*, nel genere *Hypocrea*, sezione *Homalocrea*. Nessuna specie però di questo genere, tanto per la natura, la forma, le dimensioni e la colorazione del tallo, quanto pei caratteri dei periteci, le dimensioni degli aschi e delle spore, corrisponde alla forma periteciale del nostro lichene. Quindi, la forma ascofora del *Chrysogluten Biasolettianum* (*Pionnotes Biasolettiana* (Corda) Sacc.) non fu mai nè ritenuta nè descritta quale un Pirenomicete autonomo.

Se non vi fossero gli elementi algosi questa forma ascofora invece costituirebbe una specie nuova di *Hypocrea*, tanto più che le *Hypocreaceae* hanno spesso per forma conidica una *Tuberculariacea* e precisamente qualche volta un *Fusarium*, che si sviluppa talora contemporaneamente

alla forma ascofora sul medesimo stroma, come fu osservato in qualche specie di *Nectria* e nelle *Lisea*.

Il *Chrysogluten Biasolettianum* potrebbe essere il prodotto del parassitismo d'un Ifomicete o d'un Pirenomicete sopra lo stroma di un' altro fungo?

Un'altro dubbio ne venne, e cioè che questo nostro tallofita fosse stato, o potesse essere ritenuto, come un parassita od un saprofita dello stroma d'un altro fungo, p. es. la sua forma ascofora d'una *Tuberculariaceae*, la sua forma conidica d'una *Hypocreacea*.

Sopra abbiamo dimostrato che la forma periteciale del *Chrysogluten Biasolettianum* non è mai stata descritta nè come forma ascofora del *Pionnotes Biasolettiana* nè come un Pirenomicete, del quale non fosse nota la forma conidica, ci resta ora a vedere se essa sia mai stata considerata, o si possa considerare, come un parassita od un saprofita dello stroma di una Tuberculariacea; e viceversa se la forma conidica si possa ritenere come un parassita o saprofita dello stroma d'una *Hypocreacea*.

Sopra lo sporodochio od il micelio delle *Pionnotes* non si è trovato fino ad ora alcuna specie di funghi. Sopra il micelio invece del *Fusarium aquaeductuum* (Radl. et Rabh.) Sacc., il Glück ha osservato svilupparsi (nelle colture) la *Nectria moschata*, che egli ritiene la forma ascofora dello stesso Ifomicete [1]. Come è noto, il *Fusarium aquaeductuum* è stato trovato negli acquedotti a Monaco di Baviera, dove cresce abbondantemente e forma uno strato gelatinoso-fibroso, carnoso-fioccoso, d'un color giallo sbiadito ed ha conidii che per le dimensioni, la forma ed il modo d'inserzione rassomigliano perfettamente a quelli del *Pionnotes Biasolettiana.* A parte che il *Chrysoglichten Biasolettianum* non è fioccoso nè di un giallo sbiadito, il fatto che questo lichene cresce dove sgorga il pianto della vite, e che il *Fusarium aquaeductuum* ha per forma ascofora una *Hypocreacea,* come il *Chry. Biasolettianum,* potrebbe far credere che si trattasse della stessa cosa; ma le spore della *Nectria moschata* Glück, non corrispondono punto a quelle del *Chrysogluten Biasolettianum,* sia per la forma sia pel colore, che è bruno-rossiccio pallido (sehr schwach röthlichbräunlich gefarbt) [2], sia infine per le dimensioni (9,12-10,07 $\mu \times$ 3,8-4,18 μ).

Noi non abbiamo potuto osservare il *Fusarium aquaeductuum,* quindi non possiamo dire se lo strato gelatinoso che esso forma, sia da considerarsi come lo stroma di un fungo od invece come il tallo di un

---

[1] Dott. H. Glück, *Ueber den Maschaspilz (Fusarium aquahductuum) und seinen genetischen zusammenhang mit einem Ascomyceten.* Hedwigia 1895, pag. 254.

[2] H. Glück, loc. cit., pag. 254-255.

lichene, quale noi abbiamo dimostrato essere quello del *Chrysogluten Biasolettianum*[1]; notiamo solo che il Randlkofer ed il Rabenhorst, che per i primi osservarono e descrissero questo fungo, sotto il nome di *Selenosporium aquaeductuum*, dicono di averlo trovato associato ad una *Zoogloea*, cioè ad una *Palmellacea*, le quali, come ognuno sa, costituiscono appunto gli elementi algosi di molti licheni.

Intorno al *Chromosporium Cordae* Sacc., parassita degli acervoli del *Fusarium stercorarium* Rostr. ed al *Coniosporium Fusidii* Fuckel che si sviluppa sopra il *Fusidium pallidum* (Thüm.) Sacc. è superfluo soffermarsi, non solo perchè lo stroma che essi formano, o sul quale vivono, non rassomiglia neanche lontanamente al tallo del *Chrysogluten Biasolettianum*, ma eziandio perchè i caratteri dei loro conidii sono assolutamente diversi.

Esaminiamo da prima le *Hypocreaceae* che vivono parassite di *Fusarium* o di altri Ifomiceti o che hanno per forma conidica un *Fusarium* che si sviluppa contemporaneamente o poco prima sullo stroma stesso della forma ascofora; poscia, quelle che crescono parassite o saprofite sopra altri funghi; indi quelle che invece servono di matrici ad altri miceti.

Le *Hypomyces* si sviluppano quasi tutte sopra funghi, ed hanno per forma conidica delle specie dei generi *Asterophora*, *Sepedonium*, *Dactylium*, *Verticillium*, ecc. Solo l'*Hypomyces Solani* Reinke et Berth. vive sopra le patate ed ha per forma conidica un *Fusarium* (il *F. Solani*). Di quest' ultima soltanto metteremo quindi in rilievo i caratteri differenziali, essendo superfluo soffermarci sopra le altre, perchè non solo gli organi riproduttori della forma ascofora offrono differenze notevoli, ma anche perchè assai diverse sono le loro forme conidiche.

I periteci dell'*Hypomyces Solani* differiscono da quelli del *Chrysogluten Biasolettianum:* pel colore porporino-sbiadito e solo nel collo dell'ostiolo aranciato; pel ricettacolo più tenue e cogli strati interni jalini; per gli aschi infine (dei quali non si danno le dimensioni) e cui spore differiscono per il numero, da 4 ad 8, e per le loro dimensioni (13-16 $\times$ 7-8 μ).

Fra le *Nectria*, oltre la *Nectria moschata* della quale abbiamo parlato più sopra, abbiamo la *Nectria depauperata* Cooke che si sviluppa

[1] *Fusarium aquaeductum* (Radl. et Rabh.). Saccardo, *Stromate libere evoluto, carnoso-floccoso, stratum gelatinoso-fibrosum dilute flavidum formante, floccis septatis, plus minus ramosis saepius flexuosis, fructiferis erectis, conidiis in superiori floccorum parte lateraliter sparsis, interdum oppositis vel binatis, falcatis, utrinque acutis, septatis, 1-pluri-guttatis, 24,5 — 59,9* $\times$ *2,7 — 4* η.

quale parassita o saprofita sopra lo stroma d'un *Fusarium (F. Yuccae)*, e la *Nectria Selenosporii* Tul. che ha per forma conidica un *Fusarium* che si sviluppa anche contemporaneamente alla forma periteciale sullo stesso stroma.

I periteci della *Nectria depauperata* Cooke non si possono confondere cogli apoteci del *Chrysogluten Biasolettianum* perchè i primi sono globosi, appena papillati, e contengono aschi clavati con spore più piccole, di forma più allungata, il rapporto fra i due diametri essendo di 1 : 3, invece di 1 : 2. Del resto anche i conidii del *Fusarium Yuccae* sono diversi da quelli del *Chrysogluten Biasolettianum* essendo unisettati e misurando solo 25 × 3 μ.

La *Nectria Selenosporii* Tul. differisce per i periteci globosi e per gli aschi clavati; e la sua forma conidica [*Fusarium Urticearum* (Corda) Sacc.] differisce da quella del *Chrysogluten Biasolettianum* per il colore *roseo-pallido* e per le dimensioni (28-30 × 3 μ) dei suoi conidii.

Sopra le *Hypocrea* si sviluppa alle volte un Ifomicete parassita, la *Gonatorrhodiella parasitica* Thaxt.; ma questa non può confondersi in alcun modo con un *Fusarium*. Del resto abbiamo visto che le *Hypocrea* differiscono tutte per la forma dei concettacoli, degli aschi, delle spore e dello stroma, dalla forma periteciale del nostro lichene gelatinoso della vite.

Le *Lisea* sono *Hypocreaceae* che hanno per forma conidica dei *Fusarium*, ma essendo impossibile confondere i loro periteci, specialmente per il colore azzurro o violaceo, cogli apoteci pireniformi del *Chrysogluten Biasolettianum*, è superfluo intrattenerci sopra di esse.

Il *Chrysogluten Biasolettianum* potrebbe essere il prodotto del parassitismo di un Ifomicete o d' un Pirenomicete sopra una *Tremellinea* od altro fungo gelatinoso?

Consideriamo ora alcuni parassiti di altri funghi gelatinosi, i quali, rassomigliano per la consistenza del loro tallo al *Chrysogluten Biasolettianum*, quali alcune *Tremelle* ed il *Tremellodon gelatinosum* (Scop.) Pers. Sopra le *Tremella* crescono diversi funghi parassiti; fra i quali due forme picnidiche che non ci interessano (il *Phoma Tremellae* Sacc. e lo *Sphærenonæma epigloeum* B. et C.) e due forme ascofore: la *Rosellinia tremellicola* Cke. et Mass. e la *Hypocrea tremellicola* Ell. La prima di queste ha periteci neri, globosi, con piccole spore (7-8 × 4 μ) continue; e la seconda forma uno stroma crostaceo di color cenere, ed ha spore che misurano 7-8 × 3 μ, quindi nulla hanno a vedere colla forma periteciale del *Chrysogluten Biasolettianum*, anche se si volesse considerare il tallo di quest'ultimo come una *Tremellinea*.

Anche una *Hydneacea* per la sua consistenza rassomiglia alquanto al tallo del nostro lichene, il *Tremellodon gelatinosum* (Scop.) Pers., ma su questa, fino ad ora, non è stato trovato che una *Mucorinea*. Del resto, per i caratteri dell' imenio, il *Tremellodon gelatinosum* non potrà mai confondersi col *Chrysogluten Biasolettianum*.

Concludendo, le due forme, la periteciale e la conidica, del *Chrysogluten Biasolettianum* non sono mai state descritte come parassite l'una dell'altra nè di altri funghi gelatinosi; più oltre dimostreremo, come esse non possono nemmeno per tali essere ritenute.

Il *Chrysogluten Biasolettianum* potrebbe essere il resultato del parassitismo d'una delle due sue forme fungine con un Lichene?

Ricercheremo da prima se mai la forma conidica o la periteciale fosse stata da altri descritta come parassita o saprofita di qualche lichene, indi vedremo se fosse possibile ritenerle per tali.

Sopra i licheni crescono molti funghi, ma di questi noi esamineremo solo quelli appartenenti ai Pirenomiceti ed agli Ifomiceti poichè di altri non potrebbe essere questione.

Anzitutto troviamo tre *Hypocreaceae* che crescono sopra licheni gelatinosi e cioè: la *Nectria affinis* (Grev.) Cke. la quale però ha periteci globosi, bianco-fioccosi alla base, senza ostiolo conico; la *Paronectria affinis* (Grev.) Cke., che ha aschi clavati e spore sigmoidee, trisettate, acute ad ambo le estremità; e la *Broomella leptogicola* Cke. et Mass. che ha spore fusoidi (37-40 $\times$ 6 μ), acute ad ambo le estremità, 5 settate. Nessuna di queste specie quindi presenta i caratteri degli apoteci pireniformi del *Chrysogluten Biasolettianum*.

In licheni non gelatinosi sono state osservate altre tre *Hypocreaceae* parassite e cioè: la *Calonectria lichenigena* Speg., ma essa ha aschi molto più grossi di quelli del *Chrysogluten Biasolettianum* e spore trisettate; la *Pleonectria lichenicola* (Cron.) Sacc. che ha invero periteci arancioni, non molto diversi per la forma da quelli del nostro lichene della vite, ma essa non è gelatinosa, di più si distingue facilmente per le spore subfusoidali attenuate ed acute ad ambo le estremità; il *Rhytidhysterium viride* Speg., ma questo ha periteci verdi, molto più grandi e aschi due o tre volte più lunghi di quelli del *Chr. Biasolettianum*. Del resto, facendo anche astrazione dai caratteri dello stroma (proprio delle *Hypocreaceae*) e considerando solo i periteci, questi per la loro natura e per il loro colore non potrebbero che riferirsi alla stessa famiglia delle *Hypocreaceae*, ma nessuna specie di queste ha i caratteri degli apoteci del *Chrysogluten Biasolettianum*.

Infine, abbiamo una sferiacea, l' *Epicymatia borealis* Sacc. che cresce parimenti sopra licheni, ma essa ha periteci globosi, neri, con

aschi che contengono da 4 a 6 spore, accompagnati da parafisi filiformi e ramose; quindi rimane esclusa.

Passiamo ora agli Ifomiceti. Sui licheni si sviluppano diverse *Tubercularіaceae*; ma nessuna si può confondere colla forma conidica del *Chrysogluten Biasolettianum*. Infatti il *Fusarium Kuehnii* (Fuckl.) Sacc. ha conidii unisettati di $12 \times 4 \mu$; il *Dendrodochium subeffusum* Ell. et Gall. forma uno sporodochio subeffuso roseo-aranciato ma con conidii unicellulari molto più piccoli ($5\text{-}8 \times 5 \, {}^1/_2\text{-}6 \, \mu$); la *Patellina buellioides* Speg. forma pure uno sporodochio irregolarmente espanso e di color arancio, ma ha conidii continui di $4\text{-}6 \times 1 \, {}^1/_2\text{-}2 \, {}^1/_2 \, \mu$; la *Tubercularia lichenicola* Sacc. ha conidii elissoidali di $3\text{-}3 \, {}^1/_2 \times 2\text{-}2 \, {}^1/_2 \, \mu$; l'*Illosporium flavellum* B. et Br. ha conidii globosi; l'*Ægerita carnea* Pat. e l'*Ægerita mellea* B. et Br. sono forme minutissime puntiformi, la prima di color roseo, la seconda di color meleo ed entrambe hanno conidii ovoidali o globosi.

Oltre alle *Tuberculariaceae* sopra menzionate, solo due altri Ifomiceti furono osservati sui licheni: il *Chondromyces lichenicola* Thaxt. ed il *Ch. serpens* Thaxt. *(Stilbee)*, ma essi hanno conidii disposti a capolino ed unicellulari.

La forma conidica e la periteciale del *Chrysogluten Biasolettianum* potrebbero appartenere a due funghi diversi ed essere associate solo per ragioni di parassitismo o di saprofitismo?

Perchè la forma conidica e la periteciale appartenessero a due funghi distinti, l'uno parassita o saprofita dell'altro, bisognerebbe anzitutto che nello stroma non vi fossero elementi algosi, e facendo anche astrazione dalla presenza dei gonidii si dovrebbe trovare almeno qualche differenza, fosse pure piccola, fra il micelio che porta i conidii e quello che concorre a formare i concettacoli ascofori del supposto nuovo pirenomicete, ma questo non è; il micelio è perfettamente uniforme ed unico.

I conidii che trovansi sul *Chrysogluten Biasolettianum* sono dovuti al parassitismo di un *Fusarium*? o sono invece parte costituente del lichene stesso?

Noi siamo di questa ultima opinione. Infatti se il *Fusarium* fosse un parassita si dovrebbero avere non uno, ma due specie di filamenti miceliali, l'una appartenente al *Fusarium*, l'altra al lichene, il che, come si è detto, non si ha.

Nei licheni invero, per quanto è a nostra conoscenza, non è mai stata osservata una vera e propria formazione di conidii, non pertanto noi crediamo di non errare ritenendo che nel nostro caso essa si abbia e che i conidii quindi che quivi si osservano non siano punto dovuti al parassitismo o saprofitismo di un altro fungo.

La presenza infatti di conidii in questo tallofita è un fatto costante, osservato sempre in tutti i luoghi ed in ogni tempo da tutti gli autori, a cominciare dal Biasoletto e dal Corda, quindi non può essere un fatto accidentale.

Da tutto quanto è stato esposto consegue che il *Chrysogluten Biasolettianum* risulta dall'unione simbiotica d'un'alga con una *Hypocreacea*, famiglia di Pirenomiceti i quali, come abbiamo veduto, hanno spesso per forma conidica un *Fusarium*, che non di rado si sviluppa sullo stesso micelio della forma ascofora e contemporaneamente ad essa; in tal modo si spiega la presenza di conidii fusariformi nel tallo del lichene gelatinoso della vite. A nostro modo di vedere, la presenza dei conidii nel nostro lichene è un fatto analogo a quello della presenza delle basidiospore negli Imenolicheni [1].

Posizione sistematica.

Il *Chrysogluten Biasolettianum* deve essere collocato senza alcun dubbio nei *Lichenes homoeomerici* del Wallroth o nei *Licheni gelatinosi* o *Collemacei* di altri autori.

I Collemacei o *Lichenes homoeomerici* del Wallroth vengono divisi in due ordini:

I. Ord. *Lichenes gelatinosi* Bernh.;
II. Ord. *Lichenes byssacei* Kbr.

Per la natura del tallo il nostro lichene trova il suo posto naturale nel I. ordine. Quest'ordine per la forma degli apoteci viene diviso in due tribù o sottordini:

1.° *Discocarpi* Sydow.;
2.° *Pyrenocarpi* Kbr.

Il *Chrysogluten Biasolettianum* avendo apoteci pirenocarpici, va nella seconda tribù, ossia nei *Pyrenocarpi*, che comprendono tre famiglie: *Phyllisceae* Th. Fr., *Obryzeae* Kbr. e *Lichineae* Kbr.

Le *Phyllisceae* sono caratterizzate da un tallo a rosetta, piccolo (4-8 mm. di diametro), ombelicato ossia aderente per un punto centrale, lobato al margine e depresso al centro, di color nero. Gli aschi contengono da 8-16 spore elittiche, bicellulari.

---

[1] O. Mattirolo, *Contribuzione allo studio del genere Cora Fr.* In *Nuovo Giornale Botanico Italiano*, vol. XIII, Firenze 1881, pag. 246-267.

Le *Obryzeae* hanno un tallo fogliaceo, lobato-laciniato al margine, coi lobi stretti che si ripiegano quando sono secchi e uno strato corticale formato da cellule ben distinte.

Le *Lichineae* hanno il tallo cespuglioso, arborescente e le spore subcubiche, unicellulari.

Il *Chrysogluten Biasolettianum* quindi per la forma dei concettacoli fruttiferi deve porsi necessariamente nella tribù dei *Pyrenocarpi* od *Angiocarpi* del Koerber, benchè esso non trovi posto in nessuna delle tre famiglie di questa tribù, in grazia alla forma, al colore ed alle dimensioni del suo tallo. Di conseguenza, ammessa la divisione sopra indicata dei licheni *Homoeomerici* in Discocarpi e Pyrenocarpi e la suddivisione di questi ultimi nelle tre famiglie sopra indicate, il genere *Chrysogluten*, da noi istituito per il lichene gelatinoso della vite, costituisce il tipo di una nuova famiglia circoscritta dai sèguenti caratteri:

Fam. CHRYSOGLUTENACEAE Briosi et Farneti.

Thallus udus gelatinosus (Tav. V, fig. 2 e 3) *siccus crustaceus, nunquam frondosus nec laciniatus, generaliter aurantiacus; excipulum formatur e natura propria vel ab illa thalli diversa* (Tav. V, fig. 1 *p;* Tav. VI, fig. 1 *p*); *peritheciis cum contextu pseudo-parenchymatico* (Tav. V, fig. 1 *p;* Tav. VI, fig. 1 *p*), *aurantiaco vel luteo. Superficies thalli conidiophora* (Tav. V, fig. 1 e 4 *c*; Tav. VI, fig. 1 *c*).

Gen. CHRYSOGLUTEN Briosi et Farneti *Pionnotes* Fr. ex parte.

Thallus udus gelatinosus, siccus crustaceus, nunquam frondosus nec laciniatus, generaliter aurantiacus; peritheciis aurantiis vel luteis; paraphysis nullis (Tav. VI, fig. 4).

CHRYSOGLUTEN BIASOLETTIANUM (Corda) Briosi et Farneti.

Fusarium Biasolettianum Corda Ic. Fung. II, pag. 3, t. VIII, fig. 14; *Pionnotes Biasolettiana* Sacc. Syll. Fung. IV, pag. 725.

Thallus udus tremellosus undulatus, gelatinosus viscidus, crassus, polymorphus, aurantiacus vel croceus, longe lateque expansus, undique effusus, truncos usque ad 1 m. ultraque in longitudinem induens (Tav. V, fig. 2 e 3); *siccus crustaceus, coriaceus, rugosus, crispo-rimulosus, seu gyroso-plicatus, vel passim scrobiculosus, inequalis, diffractus, coccineus vel coloris evanescentis* (Tav. VI, fig. 3).

Peritheciis gregariis (Tav. V, fig. 4 *p*), *primum subglobosis inclusis, dein piriformibus, ostiolis conicis prominentibus, apicibus regulariter pertusis* (Tav. V, fig. 1 e 4); *in sicco verrucae instar habent valde prominentes; contextu crasso, parenchymatico, intense aurantiaco* (Tav. V, fig. 1 *p;* Tav. VI, fig. 1 *p*).

Gonima varia, diversa: macrogonima saepe 2-divisa vel plura cohaerentia, oblongo globosa vel nonnihil irregularis coloris viridis coerulescentis,

10-18 μ diam., *varie dispersa* (Tav. V, fig. 1 *MG;* Tav. VI, fig. 1 *MG*, 6); *microgonima 6 ¹/₂-8 μ diam. simplicia vel didyma, rarius 3-5 moniliformi cohaerentia vel 3-concreta, leniter coerulescentia, inordinata in strato gonidico vel versus hepythallum conferta, in strato medullari atque in parte inferiori thalli rarissima* (Tav. V, fig. 1 *mg;* Tav. VI, fig. 1 *mg*, 7). *Ascis cilindraceis apice rotundatis, brevissime et oblique pedicellatis, 88-90 μ altis, 7-7 ¹/₂ μ crassis, octosporis* (Tav. VI, fig. 4); *sporidiis oblique monostichis, uniseptatis, ad septum vix constrictis, articulis aequalibus, utrinque subconico obtusis, hyalinis, intus granulosis, 13-13 ¹/₂ × 6 ¹/₂-7 μ* (Tav. VI, fig. 5). *Paraphysis nullis. Gelatina hymenea thecarum iodo non tingitur.*

Hyphis parum ramosis, longissimis, adscendentibus, obsolete septatis, 3-3 ¹/₂ μ crassis. Sporophoris articulatis, parum ramosis; ramulis sporophori clavatis.

Conidiis in ramulorum apice 2-4 fasciculatis, fusiformibus, utrinque acuminatis, curvulis 3-5 septatis, hyalinis, intus granulosis, 35-60 μ longis, 4 μ crassis (Tav. VI, fig. 8). *Pycnidiis et spermogoniis ignotis.*

Est species magna quae cum nulla alia specie confundi potest; maxime insignis genere et forma.

Hab. in truncis vivis Vitis viniferae veris tempore fletu madidis prope Cavam Carbonariam in agro ticinensi, et sub cortice arborum vivarum frondosarum ex gen. Vitis, Betulae, in Italia superioris, Istria, Bohemia et Germania.

CHRYSOGLUTEN CESATII (Thüm.) Briosi et Farneti.

Fusarium Cesatii Thüm. Weinst. pag. 49; *Fusarium Biasolettianum* Ces. in Klotzsch. Herb. viv. Myc. N. 1895, non Corda Icon; *Pionnotes Cesatii* Sacc. Syll. Fung. IV, pag. 726.

Thallus longe lateque expansus, truncus usque ad 40-50 cm. in longitudinem plasmate fulgidi coloris miniati vel cinnabarini, undique effusi, udus viscidus et gelatinosus; siccus crustaceus, coriaceus. Peritheciis sparsis, primum globosis inclusis, dein ...; contextu parenchymatico, pluristratoso, citrino. Superficies thalli conidiophora. Stratum gonimicum a medullare parum distinctum et utrumque luteum, primum iodo leniter rubeo vinoso colore hac illac rubescit, cito tamen evanescente. Gonima varia diversa: macrogonima saepe 2-divisa, oblongo-globosa, 14 ¹/₂ × 20 μ, dilute viridis coerulescentis, varie dispersa; microgonima saepe didyma vel 3-5-moniliformi-cohaerentia vel 3-concreta, dilute coerulescentia, 7 μ diam., varie dispersa numerosa.

Ascis... (immaturis); picnidiis et spermogoniis ignotis. Hyphis ramosis, hyalinis, flexuosis, longissimis, obsolete septatis, apice obtusatis, 3 ¹/₂-4 μ crassis. Conidiis solitariis, ellipsoideis acrogenis 6-8 × 4 μ sub hyalinis.

Hab. in truncis emortuis Vitis viniferae prope Vercellas Italiae superioris. A Chrysogluten Biasolettiani differt colore atque trama thalli et perithecii, ac forma et magnitudine conidiorum.

Dall'*Istituto Botanico della R. Università di Pavia, maggio 1902.*

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

Tavola V.

Fig. 1. — Sezione normale del tallo del *Chrysogluten*, *Biasolettianum*: *c* conidii; *mg* microgonidii; *MG* macrogonidii; *e* epitallo; *p* periteci, *sg* strato gonidiale, *sm* strato midollare.

" 2. — Porzione di tronco di vite ricoperto dal lichene ad $^1/_3$ grandezza naturale.

" 3. — " " " " " " a $^2/_3$ " "

" 4. — Sezione normale del tallo, vista o piccolo ingrandimento: *c* conidii, *g* gonidii, *p* periteci.

Tavola VI.

Fig. 1. — Sezione normale dell'epitallo e dello strato gonidiale ($^{250}/_1$): *c* conidii, *e* epitallo, *mg* microgonidii, *MG* macrogonidii, *p* periteci, *sg* strato gonidiale.

" 2. — Conidioforo: *c* conidii, *r* rami del conidioforo.

" 3. — Porzione di tallo disseccato, vista di faccia a piccolo ingrandimento.

" 4. — Teche od aschi in diversi stadii di sviluppo.

" 5. — Spore.

" 6. — Macrogonidii.

" 7. — Microgonidii.

" 8. — Conidii.

ISTITUTO BOTANICO DELLA R. UNIVERSITÀ DI PAVIA
E
LABORATORIO CRITTOGAMICO ITALIANO
DIRETTI
da GIOVANNI BRIOSI.

CONTRIBUZIONE
ALLO STUDIO
DELLA MICOLOGIA LIGUSTICA

PEL

Dott. ANGELO MAGNAGHI
Assistente all'Istituto Botanico dell'Università di Pavia.

La flora micologica della Liguria venne studiata specialmente dai botanici De Notaris, Penzig e Gino Pollacci; quest'ultimo anzi, oltre ad avere pubblicato una nuova centuria di funghi liguri, ha raccolto ed enumerato nella sua opera " Micologia ligustica " [1] tutte le specie dei miceti che si conoscono di questa regione. L'esame però del censimento del Pollacci dimostra che, mentre sono relativamente molte le specie macroscopiche note, quelle microscopiche invece lo sono solo in piccola misura.

Infatti dall'elenco del Pollacci risulta che in Liguria finora furono determinate 930 specie di funghi e di questi unicamente 300 circa sono micromiceti: numero esiguo.

Nell'inverno scorso ho fatto parecchie erborizzazioni micologiche lungo il littorale ligure della Riviera di Ponente, e del materiale raccolto, pubblico ora un primo contributo di 100 specie tutte nuove per

[1] Dott. Gino Pollacci, *Contribuzione alla Micologia Ligustica*, 1.ª centuria, in *Atti dell'Istituto Botanico di Pavia*, vol. V, 1896.
Dott. Gino Pollacci, *Micologia Ligustica*, in *Atti della Società Ligustica di Scienze Naturali e Geografiche*, vol. VII, fasc. IV, e vol. VIII fasc. 1, 1897.

la regione, anzi 9 di esse addirittura nuove per la scienza, perchè finora da nessun altro descritte.

Colgo l'occasione per esprimere i miei sensi di riconoscenza al ch.mo prof. G. Briosi che mi consigliò di dedicarmi allo studio della micologia ligure, ricca di specie poco note e molto interessanti, e che mise a mia disposizione i mezzi del suo Laboratorio, ove trovasi depositato il materiale da me raccolto.

Ordine USTILAGINEAE Tul.

1. ***Ustilago grandis*** Fries., Syst. Myc., III, pag. 518. — Sacc., Syll., Vol. VII, pag. 453.

Sopra foglie di *Arundo Donax* Lin. a Pegli.

Ordine UREDINEAE Brongn.

2. ***Uromyces caryophyllinus*** (Schrank,) Schroet., Brand., pag. 10. — Winter, Die Pilze I, pag. 149. — Sacc., Syll. Vol. VII, pag. 545. — Briosi e Cavara, Funghi parassiti ecc., n. 30.

Sopra foglie e fusto di *Dianthus caryophyllus* Lin. a Cornigliano.

3. ***Puccinia Chrysanthemi*** E. Roze, Bull. Soc. Myc., France, 1900, pag. 92 cum iconibus, *P. Hieracii* Massee, non Auct. — Sacc., Syll., Vol. XVI, pag. 296.

Sopra foglie di *Chrysanthemum* var. a Pegli.

4. ***Puccinia Violae*** (Schum.) D. C., Fl. Franc., VI, pag. 62. — Sacc., Syll., Vol. VII, pars II, pag. 609. — Briosi e Cavara, Funghi parassiti ecc., fasc. XII, n. 286.

Sopra foglie di *Viola odorata* L. a Sestri Ponente.

5. ***Puccinia Buxi*** D. C., Flor. Franc., VII, pag. 60. — Winter, Die Pilze, I, pag. 174. — Sacc., Syll., Vol. VII, pag. 688. — Briosi e Cavara, Funghi parassiti ecc., n. 37.

Sopra foglie di *Buxus sempervirens* L. a Cornigliano.

6. ***Phragmidium violaceum*** (Schultz), Wint., Winter, Die Pilze, pag. 231. — Sacc., Syll., Vol. VII, p. II, pag. 744. — Briosi e Cavara, Funghi parassiti ecc., n. 287.

Sopra foglie di *Rubus* sp. presso Pegli.

Ordine PYRENOMYCETEAE Fr. em. De Not.

Fam. **SPHAERIACEAE** Fr.

Sezione ALLANTOSPORAE Sacc.

7. ***Quaternaria Persoonii*** Tul., Carp., II, 105, t. XII, f. 16-25. — *Sphaeria quaternata* Pers., Syn., pag. 45. — Sacc., Syll., Vol. I, pag. 106.

Sopra rami secchi di *Pittosporum Tobira* Ait. a Pegli.

Sezione HYALOSPORAE Sacc.

8. ***Laestadia Briosiana*** nov. sp.

Periteciis subepidermicis, dein erumpentibus, copiosis, sparsis vel aggregatis, globoso-depressis, nigris, 140-150 μ diam.; ascis elongatis, breve stipitatis, aparaphysatis, 45 ≈ 46 μ., octosporis; sporidiis oblongo-fusoideis, utrinque acutis, hyalinis, 17-19 ≈ 8-9 μ., intus granulosis.

Hab. in ramis emortuis *Puerariae* sp., in hortis, Cornigliano.

Dedico questa specie al chiariss. prof. G. Briosi.

9. ***Laestadia lusitanica*** (Auersw.) Sacc., *Sphaerella lusitanica*, Auersw. Myc., Eur., Pyr., pag. 15, fig. 52. — Sacc., Syll., Vol. I, pag. 425.

Sopra ramo secco di *Cytrus* sp. a Pegli.

10. ***Physalospora uvae-sarmenti*** (Cooke), Sacc., *Sphaeria uvae-sarmenti* Cooke, Grev., XI, pag. 109. — Sacc., Syll., Vol. IX, pag. 593.

Sopra sarmenti di vite a Cornigliano.

Le spore del mio esemplare misurano circa 25 ≈ 7-8 μ., mentre quelle del Sacc. hanno maggior lunghezza, essendo 40 ≈ 8 μ.

11. ***Physalospora tecta*** Wint. in Hedw., 1885. — Sacc., Syll., vol. IX, pag. 597.

Sopra foglie secche di *Dracaena indivisa* Forst.; allo Stabil. Ort. Fratelli Villa, Cornigliano.

12. ***Trabutia Eucalypti*** Cooke et Mass., Grevill., XVII, pag. 43. — Sacc., Syll., vol. IX, pag. 601.

Sopra foglie di *Eucalyptus globulus* Labil. a Pegli.

Sezione DICTYOSPORAE Sacc.

13. ***Pleospora Asparagi*** Rabenh; Herb. mycol., Ed. II, n. 450. — Sacc., Syll., vol. II, pag. 268. — Briosi e Cavara, Funghi parassiti ecc., n. 180.

Sopra rami secchi di *Asparagus officinalis* L. a Sestri Ponente.

Ordine SPHAEROPSIDEAE Lév.

Famiglia **SPHAERIOIDEAE** Sacc.

Sezione HYALOSPORAE Sacc.

14. ***Phyllosticta aucubicola*** Sacc., Mich., II, pag. 276. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 30.

Sopra foglie di *Aucuba japonica* L. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

15. ***Phyllosticta Fici*** Bres., Rev. Myc. 1891, pag. 68. — Sacc., Syll., Vol. X, pag. 120.

Sopra foglie di *Ficus macrophylla* Desf. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

16. ***Phyllosticta Amaryllidis*** Bres., Hedw., 1896, pag. 55. — Sacc., Syll., Vol. XVI, pag. 863.

Sopra foglie di *Clivia nobilis* Lindl. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

17. ***Phyllosticta Mahoniae*** Sacc. et Speg., Mich., I, pag. 153. — Sacc., Syll., vol. III, pag. 25.

Sopra foglie di *Mahonia* sp. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

18. ***Phyllosticta prunicola*** (Opiz.?), Sacc., Mich., I, pag. 157; *Depazea prunicola* Opiz.? — Sacc., Syll., Vol., III, pag. 4. — Briosi e Cavara, Funghi parassiti ecc., n. 141.

Sopra foglie di *Prunus Cerasus* L. a Pegli.

19. ***Phyllosticta Zinniae*** P. Brun., Sphaerops. Char., 1899, pag. 10. — Sacc., Syll., Vol. XVI, pag. 856.

Sopra foglie di *Zinnia elegans* Jacq. a Pegli.

20. ***Phyllosticta ruscicola*** Dur. et Mont., Fl. Alg. I, pag. 611. — Desm., Not. XIV, 32. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 58.

Sopra cladodii di *Ruscus aculeatus* L. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

21. ***Phyllosticta Magnoliae*** Sacc, Mich., I, pag. 139. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 25.

Sopra foglie di *Magnolia grandiflora* L. a Pegli.

22. ***Phyllosticta argyrea*** Speg., Fung. Arg., Pug. II, 121. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 29.

Sopra foglie di *Elaeagnus reflexa* Dne. allo Stabil. Ort. Fratelli Villa, Cornigliano.

23. ***Phyllosticta Cameliae*** West. in Kickx., Fl. Crypt. Fl. I, pag. 416. — Sacc., Syll., vol. III, pag. 25.

Sopra foglie di *Camelia japonica* L. a Pegli.

24. ***Phyllosticta ilicina*** Sacc., Mich., I, pag. 136. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 35.

Sopra foglie di *Quercus Ilex* L. a Pegli.

25. ***Phyllosticta Hydrangeae*** Ell. et Ev., Journ. Myc., 1889, pag. 145. — Sacc., Syll., Vol. X, pag. 105.

Sopra foglie di *Hydrangea hortensis* Dec. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

26. ***Phyllosticta Vincae*** Thüm, Contr. Fl. Myc. Lusit. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 55.

Sopra foglie di *Vinca maior* L. presso Pegli.

27. ***Phyllosticta Persicae*** Sacc., Mich., I, pag. 147. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 8. — Briosi e Cavara, Funghi parassiti, ecc., n. 88.

Sopra foglie di *Amygdalus Persica* L. a Pegli.

28. ***Phyllosticta Cynarae*** West., Exs., n. 1140. — Kikx., Fland., I, 414. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 45.

Sopra foglie di *Cynara Scolymus* L. a Pegli.

29. ***Phyllosticta Farfarae*** Sacc., Fung. Ven., Ser. II, 302; Mich., I, pag. 143. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 45.

Sopra foglie di *Tussilago Farfara* L. a Sestri.

30. ***Phyllosticta Pittospori*** P. Brun., Sphaerops. Char., 1889, pag. 1. — Sacc., Syll., Vol. XIV, pag. 851.

Sopra foglie di *Pittosporum Tobira* Ait. L. a Pegli.

31. ***Phyllosticta ficicola*** Pat., Cat., rais. pl. cell. Tunisiae, 1897, pag. 115. — Sacc., Syll., Vol. XIV, pag. 861.

Sopra foglie di *Ficus elastica* Roxb. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

32. ***Phyllosticta Goetheae*** nov. sp.

Maculis irregularibus, amphigenis, albescentibus, exaridis, linea fusca cinctis; peritheciis sparsis, punctiformibus, epiphyllis, raro amphigenis, pertusis, lutescentibus, 180-200 μ. diam.; sporulis ovoideis, chlorinis, 3-5 $\times$ 2 μ.

Hab. in foliis vivis *Goetheae cauliflorae* Nees. in hortis, Cornigliano.

33. ***Phoma Pritchardiae*** Cke. et Harkn. — subsp. *Ph. Phoenicis*, Sacc. — Sacc., Syll., Vol. X, pag. 181.

Sopra foglie di *Phoenix dactylifera* L. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

34. ***Phoma atro-cincta*** Sacc., F. Rom., n. 42, fig. 5. — Sacc. Syll., vol. X, pag. 159.

Sopra foglie di *Ficus repens* Villd. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

35. ***Phoma Cunninghamiae*** Pass. et Roum., in Rev. Myc., 1885, p. 172. — Sacc., Syll., vol. X, pag. 163.

Sopra foglie aride di *Cunninghamia sinensis* Rich. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

36. ***Phoma Candollei*** (Berck. et Br.), Sacc., *Sphaeropsis Candollei* Berk. et Br., Kickx., I, 402; *Sphaeria Buxi*, D. C. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 105.

Sopra foglie cadute di *Buxus sempervirens* L. a Pegli.

37. ***Phoma acervalis*** Sacc., Gibberellae acervalis st. spermog., Fuck., Symb., pag. 166. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 97.

Sopra ramo di *Salix* sp. a Pegli.

38. ***Phoma Araucariae*** Traverso, Microm. Tremezz., pag. 13, (Malp. 1901). — Sacc., Syll., Vol. XVI, pag. 876.

Sopra foglie di *Araucaria Bidwillii* Hook. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

Riscontrai pure in società col *Ph. Araucariae*, la *Pestalozzia funerea* forma *Araucariae* Sacc.

39. ***Phoma Rusci*** West., Bull. Ac. Bel., ser. II, t. 7, n. 5. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 162.

Sopra cladodii di *Ruscus hypoglossum* L. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

40. ***Phoma Cycadis*** Sacc. et Berl., in Rev. Myc., 1886. — Sacc., Syll., Vol. X, pag. 165.

Sopra foglie di *Cycas revoluta* Thunb. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

41. ***Phoma Castagnei*** (Mont.), Sacc., *Sphaeropsis Castagnei* Mont., Syll., n. 961 et cent. VI, n. 38, in Ann., 3, XI, pag. 50. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 108.

Sopra foglie di *Quercus Ilex* L. a Pegli.

42. ***Phoma laurella*** Sacc., Mich., II, pag. 616, (sub nom. *Phoma nobilis*). — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 82.

Sopra foglie cadute di *Laurus nobilis* L. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

43. ***Phoma Camelliae*** Pass., Rev. myc., 1887, pag. 145. — Sacc., Syll., Vol. X, pag. 139.

Sopra foglie di *Camellia japonica* L. allo Stabil. Ort. Fratelli Villa Cornigliano.

44. ***Macrophoma sinensis*** Passer., Diagn. F. N., IV, n. 45. — Sacc., Syll., Vol. X, pag. 197.

Sopra foglie aride di *Cunninghamia sinensis* Rich. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

45. ***Macrophoma japonica*** Pass., Rev. Myc., 1887, pag. 145. — Sacc., Syll., Vol. X, pag. 196.

Sopra foglie aride di *Evonymus japonicus* L. a Pegli.

46. ***Macrophoma subconica*** Ell. et Ev., Journ. Myc., 1889, pag. 147. — Sacc., Syll., Vol. X, pag. 193.

Sopra rami morti di *Solanum dulcamara* L. presso Pegli.

47. — ***Macrophoma Ligusticum*** nov. sp.

Peritheciis gregariis, emisphaericis, nigris, erumpentibus, contextu brunneo, 110-120 μ. diam.; sporulis ellipsoideis, utrinque rotundatis, hyalinis, 15-20 ≈ 10-12 μ., granulosis; basidiis brevissimis.

Hab. in ramis emortuis *Hydrangeae hortensis* Dec. in hortis, Pegli.

Sopra rami di *Hydrangea hortensis* vive pure un micromicete che si avvicina per i suoi caratteri alla specie sopra descritta: è il *Phoma Hortensiae* Brun., che fu già riscontrato e studiato in Francia, ma le dimensioni delle sue spore (5 ≈ 2) sono talmente diverse da quelle del mio esemplare (15-20 ≈ 10-12), che ho creduto bene collocare la nuova specie nel genere *Macrophoma*.

48. ***Macrophoma helicinum*** nov. sp.

Peritheciis sparsis, punctiformibus, magnis, 120-150 ≈ 230-250 μ., ostiolo pertusis; stroma carbonaceo; sporulis oblongis, saepe clavatis, hyalinis, 23-25 ≈ 12-14 μ., granulosis; basidiis hyalinis, 25-30 μ. longis, copiosis; micelio fusco.

Hab. in foliis deiectis *Hederae Helicis* L. a Sestri Ponente.

Questa specie che ritengo nuova, si allontana di molto da quelle già comprese nella *Micologia Ligustica* del Pollacci, sia per le dimensioni delle spore, sia per la forma del peritecio. Le specie che più si avvicinano sono il *M. cylindrospora* (Desm.) Berl. et Vogl., ed il *M. leucostigma* (D. C.) Berl. et Vogl.

49. ***Vermicularia Liliacearum*** West., Fl., Bat., Fung., II, pag. 113. — Sacc., Syll., vol. III, pag. 233.

Sopra foglie di *Convallaria japonica* Lin. fil. a Cornigliano.

50. ***Dothiorella decorticata*** Ell. et Ev., Journ. Mycol., 1888, pag. 50. — Sacc., Syll., Vol. X, pag. 232.

Sopra ramo secco di *Populus* sp. a Pegli.

51. ***Cytospora ambiens*** Sacc., Mich., I, pag. 519; Valsae ambientis sperm., Nits. Fuck. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 268.

Sopra ramo secco di *Populus* sp. presso Pegli.

52. ***Cytospora Australiae*** Speg. F. Arg. Pug., I, pag. 189. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 256.

Sopra ramo secco di *Eucalyptus globulus* Labil. a Pegli.

53. ***Cytospora Persicae*** Schw., Syn., Amer. bor., n. 2156. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 256.

Sopra rami secchi di *Amygdalus persica* L. presso Pegli.

54. ***Cytosporella insitiva*** Pegl., Contr. micol., Avell., pag. 21. — Sacc., Syll., Vol. XI, pag. 507.

Sopra rami secchi di *Robinia Pseudacacia* L. a Sestri Ponente.

55. ***Cytosporella Citri*** nov. sp.

Stromatibus innato-erumpentibus, epidermide lacerata cinctis, intus inaequaliter plurilocularibus; loculis globulosis; sporulis perexiguis, globoso-ovoideis, hyalinis, 2 μ. longis, basidiis bacillaribus, 10-12 μ. altis, suffultis.

Hab. in ramis emortuis *Citri Aurantii* L., Cornigliano.

Socia adest *Sphaeropsis Citri*, (Gar. et Catt.), Penz.

56. ***Fusicoccum leucostomum*** Sacc., Diaporthes Spinae st. spermog., Fuck., Symb., pag. 210. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 249.

Sopra ramo secco di *Salix* sp. presso Pegli.

57. ***Fusicoccum fibrosum*** Sacc., Diaporthes fibrosae st. sperm., Sacc., Syll., I, pag. 618. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 247.

Sopra ramo essicato di *Pittosporum Tobira* Ait. a Pegli.

Sez. PHAEOSPORAE, Sacc.

58. ***Sphaeropsis Citri*** (Gar. et Catt.), Penz., Mich., II, pag. 442. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 296.

Sopra ramo di *Citrus Aurantius* L. a Cornigliano.

Le spore del mio esemplare sono più brevi, misurando 20-25 μ.

59. ***Sphaeropsis Magnoliae*** nov. sp.

Maculis albis irregularibus; peritheciis primo subcutaneis dein erumpentibus, subglobosis, nigris, papillatis, magnis; sporulis elliptico-cylindraceis, continuis, fuligineo-olivaceis, 17-19 × 11-12 μ.; basidiis brevibus, hyalinis.

Hab. in foliis vivis *Magnoliae grandiflorae* L. in hortis, Pegli.

Questa specie non si può classificare come *Sph. tephrospora* B. et C., che fu riscontrata sopra rami di Magnolia in America, per la troppa diversità nelle dimensioni delle spore. Questo micromicete fu da me trovato in quantità abbastanza forte sopra foglie di Magnolia ancora verdi, sopra le quali aveva prodotto dei danni non indifferenti.

60. ***Coniothyrium Palmarum*** Corda, Icon. Fung., IV, pag. 38, t. 8, f. 106 — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 318.

Sopra foglie di *Chamaerops humilis* L. a Cornigliano.

61. ***Coniothyrium Dasylirii*** Celotti, Mic. Montp., pag. 32. — Sacc., Syll., Vol. X, pag. 267.

Sopra foglie di *Dasylirion* sp., allo Stab. Ort. Fratelli Villa, Cornigliano.

62. ***Coniothyrium Agaves*** (Mont.), Sacc., *Phoma Agaves*, Dur. et Mont., Fl. Alg., pag. 605., Mont., Syll., n. 980. — Sacc., Syll., vol. III, pag. 318.

Sopra foglie di *Agave americana* L. allo Stab. Ort. Fratelli Villa, Cornigliano.

63. ***Coniothyrium Vitis*** Delacr., Bull. Soc. Myc., 1890, pag. 131. — Sacc., Syll., vol. X, pag. 263.

Sopra corteccia di *Vitis vinifera* L. a Cornigliano.

Sezione HYALODIDYMAE.

64. ***Ascochyta Cliviae*** nov. sp.

Maculis amphigenis, subcircularibus, sinuosisve, arescendo dealbatis, margine ochraceo elevato; peritheciis sparsis, paucis, lenticularibus, 120-130 μ. diam.; sporulis oblongis, utrinque obtusis, 9-10 × 2-3 μ., 1-septatis, non constrictis, dilute olivaceis (rarissime 2-septatis).

Hab. in foliis vivis *Cliviae nobilis* Lindl. in hortis, Pegli.

Sezione PHAEODIDYMAE Sacc.

65. ***Diplodia depazeoides*** Dur. et Mont., Fl. Alg., pag. 575 et Syll. Crypt., pag. 266. — Sacc. Syll., Vol. III, pag. 372.

Sopra foglie di *Phoenix dactylifera* L. a Pegli.

66. ***Diplodia coerulescens*** Passer., Diagn., F. N., IV, n. 112. — Sacc., Syll., Vol. X, pag. 286.

Sopra ramo secco di *Salix* sp. a Pegli.

67. ***Diplodia viticola*** Desm., Ann. Sc. nat., 1838, pag. 311. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 332.

Sopra ramo di *Vitis vinifera* L. a Cornigliano.

68. ***Diplodia Evonymi*** West., Exs., n. 930. — Kickx Fl. er., Fl. I, pag. 395 (nec Fuck. quae *D. rumulicola*). — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 360.

Sopra rami morti di *Evonymus japonicus* L. a Pegli.

69. ***Diplodia Gleditschiae*** Pass. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 335.

Sopra rami secchi di *Gleditschia triacanthos* L. a Sestri Ponente.

70. ***Botryodiplodia Gleditschiae*** Berl., Pug. fung. Fior., pag. 23. — Sacc., Syll., Vol. X, pag. 294.

Sopra ramo morto di *Acacia Cavenia* Bert. a Cornigliano.

Sezione DICTYOSPORAE.

71. ***Camarosporium Robiniae*** (West.), Sacc., Syll., Vol. III, pag. 459.

Sopra ramo di *Robinia Pseudacacia* L. a Pegli.

Sezione SCOLECOSPORAE Sacc.

72. ***Septoria phacidioides*** Desm. 13, Not., pag. 67. — *Phacidium Buxi* Frank., sec. West. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 499.

Sopra foglie di *Buxus sempervirens* L. a Cornigliano.

73. ***Septoria Donacis*** Passer., in Rabh., Fung. eur., n. 2452. — Sacc., Syll. Vol. III, pag. 565.

Sopra foglie languide di *Arundo Donax* L. a Pegli.

74. ***Septoria Veronicae*** Desm., Ann. Sc. nat., 1849, XI., pag. 348. — *Phyllosticta Veronicae* Cooke, F. B., n. 615. — Sacc., Syll., Vol. III. pag. 534.

Sopra foglie vive di *Veronica fruticosa* L. a Pegli.

75. ***Septoria Cheiranthi*** Rob. et Desm., XIV, Not. 20. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 521.

Sopra foglie languenti di *Iberis sempervirens* L. a Cornigliano.

76. ***Septoria Lactucae*** Pass., Att. Soc. Crittog. Ital., Vol. II. pag. 35 (1879). — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 551.

Sopra foglie di *Lactuca* sp. a Pegli.

77. ***Septoria Petroselini*** *β.* Apii, Briosi et Cavara, Funghi parassiti ecc., n. 144. — Sacc., Syll., Vol. XIV, pag. 972.

Sopra foglie di *Apium graveolens* L. a Cornigliano.

78. ***Septoria scabiosicola*** Desm., in Ann. Sc. nat., 1853, XX, pag. 96. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 553.

Sopra foglie di *Scabiosa* sp. presso Pegli.

79. — ***Septoria oleandrina*** Sacc., Fungi Veneti, V, pag. 205, M. V., n. 533. — *Septoria Nerii*, (Auers. W. ?), Thüm., F. Austr., n. 692. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 497.

Sopra foglie di *Nerium Oleander* L. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

Fam. LEPTOSTROMACEAE Sacc.

80. ***Leptothyrium maculicolum*** Winter., Cont. Myc. Lus., n. 794. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 628.

Var. *hyalinum* mihi.

A specie differt conidiis hyalinis et tantum 7-10 ✕ 2-3 μ.

Sopra foglie vive di *Quercus coccifera* L. a Pegli.

Ordine MELANCONIEAE Berk.

Sezione HYALOSPORAE Sacc.

81. ***Gloeosporium nervisequum*** (Fuck.), Sacc., Michel., II, pag. 381; Fung. Ital., n. 1051. — Sacc., Syll., III, pag. 711.

Sopra foglie di *Platanus occidentalis* L. a Pegli.

82. ***Gloeosporium sarmenticium*** Mont., in Castagne, Supplém., pag. 58, Syll. crypt., n. 663. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 716.

Sopra sarmenti di *Vitis vinifera* L. a Cornigliano.

83. ***Gloeosporium frigidum*** Sacc., Mich., II, pag. 168; Fungi Ital., t. 1033. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 704.

Sopra foglie di *Evonymus japonicus* L. a Cornigliano.

84. ***Gloeosporium Begoniae*** nov. sp.

Maculis amphigenis, rufo-ochraceis, vix marginatis; acervulis epiphyllis, brunneis, subrotundis, sparsis, denique erumpentibus; basidiis cylindraceis, simplicibus, hyalinis vel basi dilute fuligineis, 12-14 μ. longis; conidiis cylindraceis, utrinque rotundatis, hyalinis, granulosis, 16-17 ✕ 4-5 μ.

Hab. in foliis vivis *Begoniae* sp., in hortis, Cornigliano.

85. ***Gloeosporium Citri*** Cooke et Mass., in Grev., XIX, pag. 92. — Sacc, Syll., Vol. X, pag. 449.

Sopra ramoscelli secchi di *Citrus* sp. a Pegli.

86. ***Colletotrichum Anthurii*** Delacr., Bull. Soc. Myc. de France, XIII, 1897, pag. 110, tab. VII, fig. D. — Sacc., Syll., Vol. XIV, pag. 1016.

Sopra foglie di *Anthurium* sp. allo Stab. Ort. Fratelli Villa, Cornigliano.

87. ***Colletotrichum Pollaccii*** nov. sp.

Maculis irregulariter orbicularibus, brunneis, margine ochraceo cinctis, amphigenis; acervulis sparsis, fuscis, lenticularibus, hypoder-

micis, demum erumpentibus, 160-170 μ. latis; setulis simplicibus, erectis, cuspidatis, 35 μ. longis, 3-4 latis, pallide-fuscis; conidiis subovoideis guttulatis, 12 μ. longis et 7 μ. latis, basidiis brevissimis suffultis.

Hab. in foliis vivis *Aucubae japonicae* L. in hortis, Pegli.

Dedico questa specie all'amico carissimo Dott. Gino Pollacci.

Sezione PHRAGMOSPORAE Sacc.

88. ***Pestalozzia lateripes*** Ell. et Ev., Journ. Myc., VII, pag. 133. — Sacc., Syll., Vol XI, pag. 578.

Sopra foglie di *Ceratonia Siliqua* L. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

89. ***Pestalozzia microspora*** Speg., Fungi Arg., Pug. II, pag. 37. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 789.

Sopra foglie di *Hedera Helix* L. a Cornigliano.

90. ***Pestalozzia neglecta*** Thüm., Contr. Myc., Lusit., n. 343. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 788.

Sopra foglie cadute di *Evonymus japonicus* L. a Pegli.

91. ***Pestalozzia Lauro-Cerasi*** West., Bull. Ac. Belg., II. Ser., t. XII, n. 7. — Sacc., Syll., Vol. III, pag. 786.

Sopra foglie di *Prunus Lauro-Cerasus* L. a Pegli.

92. ***Septogloeum Mori*** (Lév.) Briosi et Cavara. *Septoria Mori* Lév. in Ann. Sc. Nat., 1846, Vol. V., pag. 474. — Briosi et Cavara, Funghi parassiti ecc., n. 21. — Sacc., Syll., vol. III, pag. 577.

Sopra foglie di *Morus alba* L. a Pegli.

Ordine HYPHOMYCETEAE Mart.

Fam. **MUCEDINEAE** Link.

Sezione PHRAGMOSPORAE Sacc.

93. ***Ramularia Tulasnei*** Sacc.. Fung. ital., tav. 1006; Cfr. Tul. Select. F. Carp., II, 286 (ut stat. conid. *Stigmateae* [*Sphaerellae*] *Fragariae*). — Sacc., Syll., Vol. IV, pag. 203. — Briosi et Cavara, Funghi parassiti ecc., n. 14.

Sopra foglie di *Fragaria vesca* L. alla Villa Durazzo Pallavicini, Pegli.

94. ***Ramularia Ari*** Fautr., Rev. Myc., 1892, pag. 176. — Sacc.. Syll., Vol. XI, pag. 605.

Sopra foglie di *Arum italicum* Mill. a Cornigliano.

Fam. **DEMATIEAE** Fr.

Sez. AMEROSPORAE.

95. ***Hadrotrichum Populi*** Sacc., Mich., I, pag. 264; Sacc., Syll., Vol. IV, pag. 301. — Briosi e Cavara, Funghi parassiti ecc., n. 139.

Sopra foglie di *Populus* sp. a Pegli.

Sezione PHRAGMOSPORAE Sacc.

96. ***Cercospora Amaryllidis*** Ell. et. Ev., Journ., Myc. 1887, pag. 14. — Sacc., Syll., Vol. X, pag. 653.

Sopra foglie di *Amaryllis* sp. a Cornigliano.

97. ***Cercospora rubicola*** Thüm., Contr. Myc. Lus., n. 446. — Sacc., Syll., Vol. IV, pag. 460.

Sopra foglie di *Rubus fruticosus* L. presso Pegli.

98. ***Cercospora Boussingaultiae*** Roum., Fung. Gall., n. 60. — Sacc. Mich., II, pag. 128. — Sacc., Syll., Vol. IV, pag. 479.

Sopra foglie di *Boussingaultia baselloides* H. B. a Pegli.

Sezione DICTYOSPORAE Sacc.

99. ***Macrosporium Pelargonii*** Ell. et Ev., Proc. Acad. Phil., 1894, pag. 383. — Sacc., Syll., Vol. XI, pag. 635.

Sopra foglie di *Pelargonium* sp. a Cornigliano.

100. ***Macrosporium Violae*** Pollacci, Atti Ist. Bot. Pavia, 2 ser., V, 1897, p. 2 extr., tab. VII, fig. 1-5. — Sacc., Syll., Vol. XIV, pag. 1094.

Sopra foglie vive di *Viola odorata* L. alla villa Durazzo-Pallavicini, Pegli.

Dall'*Istituto Botanico della R. Università di Pavia*, giugno 1902.

AL CHIARISSIMO PROFESSORE

GIOVANNI BRIOSI

IN SEGNO DI AFFETTO E RICONOSCENZA

GLI AUTORI

DEDICANO

ISTITUTO BOTANICO DELLA R. UNIVERSITÀ DI PAVIA
E
LABORATORIO CRITTOGAMICO ITALIANO
DIRETTI
da GIOVANNI BRIOSI.

LE ANTOCIANINE
E IL LORO SIGNIFICATO BIOLOGICO NELLE PIANTE

STUDIO

DEI

Dott.[ri] **LUIGI BUSCALIONI e GINO POLLACCI**

Assistenti al R. Istituto Botanico dell'Università di Pavia.

INTRODUZIONE.

La grande divergenza di opinioni che regna intorno ad una sostanza così ampiamente diffusa nel regno vegetale qual'è l'antocianina, ci ha indotti ad intraprendere una serie di ricerche intese a portare un contributo alla conoscenza di questo pigmento, per quanto riguarda la sua formazione, i rapporti che esso contrae con altre sostanze e la funzione che gli incombe nella vita delle piante.

Sono molte le osservazioni e le esperienze che si hanno intorno all'antocianina, ma parecchie rimangono affatto ignorate, perchè sparse in opuscoli poco accessibili agli studiosi, o perchè si trovano descritte quasi incidentalmente nella trattazione di argomenti che hanno una secondaria attinenza con questa sostanza. Questo ci ha indotto a riportare qui non solo le nostre personali ricerche, ma sibbene ancora tutte quelle che sono state fatte da altri sull'argomento che ci interessa, ed a tale scopo si è diviso l'opera in tre parti:

Nella prima si è riportata l'estesa bibliografia dell'argomento, che noi abbiamo raccolto colla maggior cura possibile: oltre a ciò trovasi pure elencato il titolo di quelle pubblicazioni, che se non hanno per oggetto l'antocianina, addimostrano però più o meno attinenza coi nostri studi.

Nella seconda parte vengono sommariamente descritti e discussi gli studi dei nostri predecessori; ci siamo tuttavia soffermati alquanto a lungo su quegli argomenti che più ci parevano interessanti, sia perchè valessero ad illustrare alcune delle nostre conclusioni, e sia ancora perchè, in disaccordo colle nostre vedute, dovessero venir discussi nella parte destinata alle nostre ricerche. .

Il lettore potrà però rilevare che questa parte non costituisce una semplice rassegna storica dell'argomento, ma piuttosto rappresenta un riassunto storico-critico, avendo noi fatto seguire alle altrui osservazioni i nostri giudizi, tutte le volte che si doveva entrare in merito di questioni che non potevansi discutere nell' ultima parte del lavoro, riservata unicamente alla trattazione delle nostre esperienze ed alla critica dei lavori, che colle stesse hanno attinenza.

Nella terza parte infine abbiamo riportato, come si è detto, i risultati a cui siamo giunti colle nostre investigazioni che sono frutto di pazienti ricerche, continuate per oltre due anni. La divisione dei capitoli corrisponde, per quanto lo permette l'indole degli argomenti discussi, alle divisioni stabilite nella rassegna critico-storica, il che darà agio al lettore di mettere facilmente a confronto i nostri risultati con quelli dei nostri predecessori.

Il presente lavoro venne eseguito nel Laboratorio del R. Istituto Botanico, diretto dal chiarissimo Prof. G. Briosi, cui noi sentiamo il dovere di esternare qui le nostre più sentite azioni di grazie per il valido aiuto che ci volle accordare, affinchè l'opera nostra potesse raggiungere il suo scopo.

Pavia, R. Istituto Botanico, giugno 1902.

Dott. Luigi Buscalioni
Dott. Gino Pollacci.

PARTE I.

BIBLIOGRAFIA DELL'ARGOMENTO.

1. ACWORTH I., *Beziehungen zwischen Absorbtion u. Empfindigkeit sensibilisirten Platten*. Wiedemann, An. 42, 1891.

2. ADRIAN e TRILLART, *Sur la matière colorante de la Digitale*, in *C. R. d. Sc. d. l'Acc. d. Paris*. Tome CXXIX, 1899.

3. ALLEN GRANT, *Die Blumenfarben*, etc.. in *Nature*, Tom. XXVI.

4. — *The evolution of flowers*. Knowledge, 1884.

5. — *The colours of flowers as illustrated b. british Flora*, in *Nature*, 1882.

6. — *On the colours of flowers*. London, 1882.

7. — *The colours sense; its origin and developpement*. London, 1897.

8. ANDRÉE A., *Studien ub. d. Farbstoffe d. Wein u. Heildelbeeren sowie üb. d. künstliche Farbung d. Rothweine*, in *Arch. f. Pharm.*, Bd. 216.

9. ANDREOCCI, *Sulla materia colorante del Viburnum Tinus*, in *Ann. dell'Univ. di Perugia*, 1887.

10. ANONYM, *The colour of flowers, and light*, in *The Garden Chron.*, New Ser. V, Tomo XVII. London, N. 433.

11. — *Bees and Blaue Flowers*, in *The Gard. Chron.*, New Ser. V, Tomo XX. London, 1883.

12. ANTONY A., *Sulla struttura e sulla funzione degli stomi nelle appendici del perianzio e delle antere*, in *Bull. Soc. Bot. Ital.*, 1898.

13. ARCANGELI G., *Sulla struttura e disseminazione dei semi di Pancratium maritimum*, in *Bull. Soc. Bot. Ital.*

14. — *Sul rossore della vite*, in *Bull. Soc. Bot. Ital.* Firenze, 1896.

15. ARNAUD A., *Recherches sur les matières colorantes d. feuilles: identité de la matière rouge orangé avec la carotine*, in *Compt. Rend.*, Tome C.

16. ARNOTT, *Abnormal Plantago major*, in *Sc. Gossip. M. S. V.*, Tome II. London, 1895.

17. ARTHUR I. e MAC DOUGAL D., *Living plantes and their proprieties*. New York and Minneapolis, 1888.

18. ASCHERSON P., *Die Farbwechsel d. Saftmals in d. Blüthen d. Rosskastanie*, in *Naturwochenschr.*, Bd. II, 1888.

19. — *Verhandl. Brandenburg.*, Tomo XXXVII, 1875.

20. *Bemerkungen üb. d. Vorkommen gefärbter Wurzeln b. d. Pontederiaceen, Haemodoraceen u. einige Cyperaceen.*, in *Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.*, Bd. I, 1883.

21. ASCKENASY E., *Ueb. d. Einfluss. d. Lichtes auf. d. Farbe d. Blüthe*, in *Bot. Zeit.*, 1876.

22. — *Ueb. d. Temperature welche Pflanzen im Sonnenlicht. annehmen*, in *Bot. Zeit.*, 1875.

23. AUFRECHT S., *Beitrag z. Kenntniss extrafloralen Nektarien. Inaug. Dissert.* Zurigo, 1892.

24. Axel S., *Onn anordningarne for fanergama vosternas. befruckt.* Stocolma, 1889.

25. Baccarini, *Contribuzione allo studio dei colori nei vegetali*, in *Ann. Ist. Bot. di Roma*, Tomo II, 1885.

26. Bachmann S., *Mikrochem. Reactionen d. Farbstoffe.* Flora, 1887.

27. — *Emodin in Nephroma lusitanicum*, in *Ber. d. deutsch. bot. Ges.*, Tomo II, 1887.

28. Bailey L., *White-fruited Black-Berry*, in *Bull. Torrey Bot. Club*, Tomo IX.

29. Baldrati, *Rossore, perforazione ed antracnosi della vite*, in *L'Italia agricola*, 1900.

30. Baroni E., *Sulla struttura delle ghiandole fiorali della Pachira alba*, in *Bull. Soc. Bot. Ital.*, 1893.

31. Bartet et Vuillemin, *Sur le rouge d. feuilles d. Pins*, in *Compt. Rend.*, Tome 106.

32. Batalin, *Die Einwirkung d. Lichtes auf d. Bildung d. rothen Pigmentes*, in *Acta Horti Petropolitani*, 1879.

33. — *Ueb. d. Function d'Epidermis in d. Schlauchern v. Sarracenia u. Darlingtonia*, in *Acta Horti Petropol.*, Tomo VIII, 1880.

34. Bates F. *Albino Flores:* in *The Asa Gray Bull.*, Vol. VI, 1898; Vol. XII, 1898.

35. Bauer K, *Untersuchungen über Gerbstofffuhrende Pflanzen*, in *Osterr. Bot. Zeit.*, 1890.

36. Bay I. Ch., *Material f. a. Monography of the Tannoids with special reference to vegetable physiol*, in *Ann. Rep. Missouri bot. Gard.*, 1893.

37. Baker, *Ber. d. deutsch.-Chem. Gesellsch.*, III, e Bd. V, 1894.

38. Beal, *The improvement of Grains, fruits and vegetables Levenkenth*, in *An. Rep. Ital. Board. Agr. Mich.*, 1878.

39. Beaton, *Journ. of Hort.*, 1864.

40. Bech, Gunter, Ritter V., *Ueb. d. Individuelle variation d. Blüten u. deren Bedeutung*, in *Wiener Illustr. Gartenzeit*, 1896.

41. — *Ueb. d. Mischfruchte (Xenien) et. Wiener Illustrirte Garten Zeit.*, 1895.

42. Behrens J., *Blumen u. Insecten*, in *Met. Lehrb. d. Bot. F. höhere Lehranstalten.* Braunschweig, 1880.

43. — *Biologische Fragmente*, in *Jahresber. d. Naturwiss. Gesellsch.* Elberfeld. 1879-80.

44. Beck V., *Einige interessante illirische Weilchen*, in *Verh. d. K. K. Zool. Bot. Gesellsch.* Wien, Tom. LIV, 1896.

45. Becquerel, *Action des raions differentments refrangibles sur le jodure et bromure d. argent: influence des matières colorantes*, in *Compt. R.*, Tome LXXIX.

46. Bennet W., *On the coulour of Spring Flowers*, in *The Garden Chr.*, 1881, Ser. 64.

47. — *On the costances of Insects in their visit to Flowers*, in *Journ. of Linn. Soc.* Tomo XVII. London, 1883.

48. Bennet u. Powel S., *Ueb. d. Stetigkeit d. Inseckten b. Blumenbesuch*, in *Nature*, Vol. XXIV.

49. Berkelei, *Bot. Jaresb.*, XI, pag. 368.

50. Berthold G., *Unters. ub. Physiol. d. Pflanzen Organisation.* Leipzig, 1898.

51. Berzelius, *Ann. d. Chem. et Pharm.*, XXI, 265.

52. Bettini, *L'assimilazione del carbonio.* Livorno, 1902.

53. Beulaygne L. *Influence de l'obscurité sur le developpement des fleurs*, in *Compt. Rend.* Paris, Tome CXXXII.

54. Beyerink M., *On the dichroism in het geslacht Polygonum,* in *Nederl. Kruith. Archief.*, Ser. 2ª, Deel VI, 1894.

55. — *Beob. üb. d. erster Entwickelungsphasen einiger Cynipidengallen,* in *Verh. d. V. Ok. d. Wet.* Amsterdam, 1882.

56. Biot, *Sur la coloration rouge d. Hyacinthus obtnues avec les sucs de Phytolacca decandra,* 1837.

57. Blumentritt J., *Ueb. einige Farbholze d. Philippinen Inseln.* in *Osterr. Monatschr. p. d. Orient.* VIII.

58. Bohm, *Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss.* Wien, Bd. XXIII.

59. Bommer, *Etudes sur le bleuissement d. fleurs de Phaius maculatus,* in *Bull. Soc. Nat. d. France,* 1873.

60. — *Consideration sur la panachure et la coloration des feuilles,* in *Archives Chosmologiques.* Bruxelles, 1867.

61. Bonafus. *Traite du Mais,* in *Mem. Soc. Roy. et Centr, d. Agr.* 'Paris, 1883.

62. Bonnier E., *Etudes sur le bleuissement des fleurs d. Phajus maculatus Lind.*, in *Bull. Soc. Bot. France,* 1873.

63. — *De la variation avec l'altitude des matières colorées des fleurs chez une meme espèce végétale,* in *Bull. Soc. Bot. d. France,* Tome XXVII, 1880 e *Compt. Rend.*

64. — *Etudes esperimentales de l'influence du climat alpine sur la végétation et les functions des plantes,* in *Bull. Soc. Bot. France,* Tome XXXV, 1888 e Tome XXX 1889.

65. — *Les nectaries. Etude critique anatomique et physiol.*, in *Ann. Sc. Nat. Bot.*, 6ª Ser., Tome VIII, 1879.

66. — *Influence des hautes altitudes sur les functions des vegetaux,* in *Compt. Rend.* Paris, 1890, Tome CXI.

67. Bonnier et Mangin, *Recherch. sur la respiration et traspiration des vegetaux,* in *Ann. Sc. Nat.*, 6ª *Ser.*, Tome XVIII, 1888.

68. Bonnier et Ch. Flahault, *Sur les variations qui se produisent avec les latitudes dans une meme espèce végétale,* in *Bull. Soc. Bot. d. France.* XXV, 1878 e *Ann. Sc. Nat.*, Tome VII, 1879.

69. — *Cultures experiment. dans les Alpes et les Pyrenées,* in *Rev. Gén. Bot.*, II, 1890.

70. Borbas, *Egy magyar rózsabelie Kórte Foldumveles Erdekeink,* 1880.

71. — *Beitrage z. d. Gelblutigen Nelken.*

72. — V. *Eine ungarische Birne mit rosarothen Fleisch.*, in *Bot. Centralb.* (*Referat*), N. 12-13.

73. Borodin, *Pigments d. Chlorophyllkörner,* in *Bull. d. Ak. Imp. St. Petersbourg,* Tomo XI.

74. Bottinger C. *Ueb. Phlobaphen, Eichenroth, u. Lohgerberei,* in *Mitth. a. d. Chem. Techn. Labor. d. Technisch. Hochschule Braunschweig Lieb. Ann. d. Chem.*, Bd. CCII, 1880.

75. Bougarell. Ch., *Sur une nouvelle matière colorante rouge accompagnant la chlorophylle,* in *Bull. Soc. Chim d. Paris,* Tome XXVII.

76. Boulger E., *Geruch u. Farbe d. Blumen,* in *Nature.*

77. Boussingault J. *Sur la matière sucré contenue dans le petales des fleures,* in *Ann. d. Chim. et d. Paris,* 1877, Ser. 4ª, Tome II.

78. Braemer L., *Les Tannoids.* Toulouse, 1890-91.

79. Brashear J. A., *The spectroskop,* in *Bot. Studies.* Washington, 1891.

80. Braun. *Verjungung*, 1865.

81. Bree, W. T., in *London bot. Mag.*, Vol. VIII, 1832.

82. Breintenbach Z., *Blumentheorie H. Muller's* in *Humboldt*, 1885.

83. Brent F., *Abnormal flowers.* in *Sc. Gossip*. London, 17 Vol.

84. Briem D. *Einfluss d. Lichtes auf. d. Wachstum d. Zuckerrübe*, in *Bidermann Centralbl. f. Agrikolturchem.* 1881.

85. Britton, *White fruited Mischella repens*, in *Bull. Correy Bot. Club.*, Vol. VIII, 1881.

86. Buchenau F., *Zwei interessante Beobachtungen an Topf-Pelargonien*, in *Abhandl. Naturwiss. Vereins.* Bremen, Bd. XVI.

87. Budd E., *Law. of floral colours. Rep.*, in *Jowa State Hortic. Soc.*, XXVIII, 1894.

88. Bulmann G. W., *Bees a. Flowers*, in *Nature*, Vol. XXXI, 1885.

89. Bunyard G., *Colour of fruits*, in *The Gard Chron.*, Ser. 3ª, Vol. XVII, 1885.

90. Burgestein A. *Materialen z. einer Monographie betreffend die Erscheinungen d. Transpiration d. Pflanzen*, in *Verhandl. d. K. Zool. Bot. Gesellschaft.* Wien, XXXIX, 1889.

91. Büsgen M. Z., *Biol. d. Gallen v. Hormomya Fagi*, in *Forstl. Naturw. Zeitschr.*, Jarhg. IV.

92. — *Beobachtungen ub. d. Verhalten d. Gerbstoff in d. Planzen.* in *Jen Zeitschr. f. Naturwiss.*, 24, 1890.

93. Canning E., *Autunn color of Liquidambar*, in *The Garden and Forest.*

94. Carles P. e Niviere G., *Influence d. matières colorantes sur les fermentations des vins rouges très colorés*, in *Compt. Rend.* Paris, Tom. CXXV, 1897.

95. Carneluti G. e Nasini, *Alkannina*, in *Rev. d. deutsch. chem. Gesellsch.*, 1814.

96. Carnot P., *Recherches sur le mechanisme de la pigmentation.* Lille, 1896.

97. Carpanè A., *Sopra un nuovo processo di estrazione della materia colorante delle vinaccie*, in *Le Stazioni Agrarie sperimentali*, IX, e *L'Agricoltore meridionale*, III.

98. Carriere, *Production et fixation des variétés*, 1865.

99. *Cas de dichroisme dans la floration d'un rosier.*

100. Caspary, *Mittheil. üb. v. Blitz getroffene Bäume u. Telegraphenstange*, in *Schr. d. K. phy. Oekon. Gesellsch.* Königsberg, 1874.

101. — *Schriften d. Phy. Oekon. Gesellsch.* Königsberg, 1865.

102. Cech. O., *Ueb. d. Farbstoff d. Rubus Chamaemorus*, in *Journ. of Pract. Chem.*, Bd. XXII.

103. Chabert A., *Les variations à fleurs rouges de certains Galium*, in *Bull. Soc. Bot. France*, Tome XIL, 1894.

104. *Change of colour in the purple Birch.*, in *Gard. Chron.*, 1876.

105. Charguerand, *Influence du froid sur la coloration des feuilles du Phalaris picta*, in *Revue Hortic.* Paris, 1874.

106. Catin, *Naturforsch.*, 1874, N. 10.

107. Chevreul, *Explication de la zone brune de feuilles d. Geranium zonale*, in *Compt. Rend. Ac.*, XLV, 397.

108. Christy, *M. on the metodic habits of insects when wisiting Flowers*, in *The Zoologist.*, Ser. 3ª, Vol. VII. London, 1893.

109. Claudel L., *Sur les matières colorantes du spermoderme dans les Angiospermes*, in *Compt. Rend.* Paris, 1899, Tome CIX, N. 6 e 1890, Tome CXI.

110. Clarke, *The phylosophy of flowers season*, in *The american naturalist*, 27, 1883.

111. Cloez, *Compt. Rend. Acad.*, 1853.

112. Cluer, *Corn Crossing* in *Univers. of Illinois Agr. Sper. Stat.* Champaign, 1892.

113. Cockerell T., *Insects and the colours of flowers*, in *Sc. Gossip.* London, 1889.

114. — *The alpine flora with a suggestion of to the origin of bleue in flowers*, in Nature, XLIII, 1890-91.

115. Cohn J. *Beitrage z. physiol. d. Collenchim*, in Pringsheim, Jahrb., XXIV, 1892.

116. — *Ueb. Blutrothe Algen u. Pilzen* in *60. Jahresber. d. Schles. Gesellsch. f. Vaterl. Cultur.* Breslau, 1883.

117. — *Zweige d. Buche mit rothen gezähnten Blättern*, in *Sitzungsber. d. Schles. Gesellsch. f. Vaterl. Cultur* in Breslau, 1892.

118. Colladon D., *Mem. de la Soc. d. Bot. Physic. et d. Hist. nat. Genève.* Tome XXI.

119. Collot H., *Nature*, Vol. XVI.

120. Colgan N., *Inconstancy of Colour in flowers.* Dublin, 1898.

121. Colors, *Journ. of the New York bot. Garden*, Vol. I, 1900.

122. Comes, *La luce e la traspirazione delle piante.* in *Atti d. R. Accad. d. Lincei*, 1880. Tome CCLXXXII.

123. Copeland E., Bingam, *Ueb. d. Einfluss d. Licht u. Temperatur auf d. Turgor.* Halle, 1896.

124. Corenwinder, *Compt. Rend. Acad.*, LVII, et *Ann. Ch. et Phys.*, 1858, *Esperiences sur les feuilles colorées.*

125. Cornelis, *Conservation d. fleurs avec leur forme et couleurs*, in *Belg. Hort.* 1880.

126. Correns C., *Bastarden zwischen Mais Rassen*, in *Bibl. Bot.* 1901. In questo lavoro trovasi riportata la letteratura sulle *Xenie del Mais.*

127. — *G. Mendel's Regeln üb. d. Verhalten d. Nachkommenschaft d. Rassenbastarde*, in *Ber. d. Bot. Ges.*, Bd. 18.

128. Correvon H., *Schutz d. Alpenpflanzen* in *Newbert's Deutsch., Garden mag.* Jahrg. 43, 1890.

129. Cosh M., *Tropical forms and special end in Creation*, 1857.

130. Costerus, *Seasonal order in colours of flowers.* Nature. 1882.

131. Cottage, *Gardner Cr.*, 1866, pag. 132.

132. Coupin H., *La couleur des fleurs de la Flore française*, in *Assoc. franç. p. l'advanc. des Sc.*, 1901 (1902).

133. Courchet, *Récherches sur les chromoleucites*, in *Ann. Sc. Nat.* Paris, Ser. 7ª, Tom. VII, 1888.

134. Cromberger B., *Acer Platanoides*, in *Nat. u. Haus*, 4. Berlin, 1895.

135. Crozier, *Immediate influence of Cross fertilisation upon the fruit*, in *Dep. Agric.*, 1887.

136. Cuboni, *Il rossore della vite e il Tetranichus telarius*, in *Rassegna, Con.*, Ann. V, 1891.

137. Curtel G., *Recherches physiologiques sur les enveloppes florales*, in *Compt. Rend.* Paris, Tome CXI, III, 1890.

138. — *Recherches physiol. sur la fleur*, in *Tesi della Facoltà di Parigi*, 1898-99.

139. — *Recherches sur les variations de la transpiration de la fleur pendant son développement*, in *Compt. Rend.*, Paris, Tome CXIV, N. 14.

140. Dammer U., *Die Farbstoffe u. Gerbstoffe lieferenden Pflanzen Ostafrikas.*

141. Dankler, *M. Organische Farbstoffe u. ihre Anwendung in tagliche Leben*, in *Die Nature*, Jahrg. IL, 1900.

142. Darwin Ch., *On the fertilisation of the Orchid.* London.

143. — *Variazione degli animali e delle piante allo stato domestico.* Trad. It. Unione Ed.

144. — F. *On the relation betwen the bloom on leawes and the distribution of the Stomata,* in *Journ. Linn. Soc. London,* XXII, *Bot. Centralbl.*, 1887, N. 43, p. 47.

145. Daubrée, *Végétation artique,* in *Comp. Rend.* Paris, 1880.

146. Davemport, *Bot. Gaz.*, VII, 1882.

147. Davey N. F., *Variation of Colour in plants.*

148. De Candolle C., *Phisiol. veget.*

149. — *Geograph. bot.*

150. — *Études sur l'action des rayons ultraviolets sur la formation des fleurs,* in *Arch. Sc. Phys. et Nat*, Periodo III, Tomo XXVIII, 1892.

151. Delpino Fr. *Dicroismo nell'Euphorbia peplis ed in altre piante.* in *S. d. R. Univ. di Napoli,* 1897.

152. Dennert E., *Anat. u. Chemie d. Blumenblattes,* in *Bot. Centralbl.*, Bd. 38, 1889.

153. De Saussure, *Recherch. chim. sur la véget.* Paris, 1804.

154. — *Des Jacinthes.* Amsterdam, 1768.

155. Detmer, *Pflanzenphysiologie.*

156. — *Ueb. Pflanzenatmung.*

157. Devaux, *De l'action de la lumière sur les racines croissant dans l'eau,* in *Bull. Soc. Bot. France,* 1888.

158. De Vries U., *Ueb. d. Bedeutung d. Planzensauren f. d. Turgor d. Zellen,* in *Bot. Zeit.*, 1879 e 1883.

159. — *Ueb. d. periodische Saurebildung d. Fettpflanzen* in *Bot. Zeit.*, 42. V. anche Amsterdam, 1884.

160. — V. *Pringsh. Jahrb.*, 1884.

161. — *Sur la force osmotique des solutions diluées,* in *Compt. Rend. d. Paris,* Tome XLVII, 1883.

162. — *Des Spaltungsgestz. d. Bastarde* in *Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.*, Bd. 18,

163. Diels L., *Stoffwechsel u. Structur d. Halophiten,* in *Pringsheim Jahrbuch.* Tomo XXXII, 1898.

164. Dieterich K. *Ueb. d. in d. Blüthen v. Hypericum perforatum enthaltenem Farbstoffe,* in *Pharm. Central halle,* 1891.

165. — *Distribution of Colour in flowes,* in *G. Chron.*, V, 12.

166. Dixon K., *On the osmotic pressure in the cells of leaves.* in *Proc. of Roy Jris. Acad. Dublin,* Ser. 3ª, Vol. IV, N. 1, 1896.

167. Dodel-Port., Hermann Muller, *Farbenpracht und d. Grösse Alpenblümen,* in *Kosmos,* Bd. I.

168. Drummond A. F., *Colours of flowers in Ontario and Quebec in relation of the fine of flowering,* in *Nature,* XLVIII, 1893.

169. Duchesne, *Hist. d. Fraisier.*

170. Duclaux E., *Sur la matière colorante du vin,* in *Repert. d. Pharm.*, 1874.

171. Dufour J., *Y a-t-il chez les plantes des phénomènes d'imprégnation?* in *Chron. agric. du Canton de Vaud.* VII, 1894.

172. — *Notices microchimiques sur le tissu epidermique des végetaux,* in *Bull. de la Soc. Vaudoise d. Sc.*, Tome XXII.

173. — *Raisin panaches.*, in *Chron. Agric. d. Canton de Vaud,* 1894.

174. — *Influence de la lumière sur la forme et la structure des feuilles,* in *Ann. Sc. Nat. Bot.*, Ser. VII, 1887, Tome V.

175. Dufour J., *Panachirten Trauben.* Lausanne, 1893.

176. Dumond De Courset, *Bot. Cuet.*, Tome I.

177. Eckert J., *Some peculiar changes in the colour of the flower of Swaisonia procumbens*, in *Nature*, XLV. 1891-22.

178. Eckstam O., *Einige blutenbiol. Beobachtungen auf Spitzbergen*, in *Aarshafter Tromsoe Mus.*, XX, 1898.

179. — *Blutenbiol. Beobachtungen auf Novaja Semlja*, in *Aftryk. of Tromsoe Museum Aarshefter*, XVIII, 1897.

180. — *Effect of frost upon dark colored Flowers*, in *Gard.-Chron.*, 1878, I, pagina 377.

181. Einecke A., *Beiträge z. Kenntniss d. Chem. Zusammensetzung v. Saften verschiedenen Stachel-Johannis und Erdbeeren Arten*, in *Die Landwirtsch. Versuchtst.*, Bd. XLVIII, 1896.

182. Elminger, *Hist. Nat. d. Digitales.* Montpellier, 1812.

183. Elizabet y Knight, *Albinism.*, in *Bull. Torrey Bot. Club.*, Vol. VIII, 1881.

184. Emery, *Sur les variations de l'eau dans les perianthes*, in *Bull. Soc. Bot. France*, XXXII, 1889.

185. — *Encyclop. of Plantes, by I. C. London*, 1841.

186. Engelmann Th., *Couleur et assimilation*, in *Ann. Sc. Nat.*, Ser. 6ª, *Bot.* 1883, XV e *Bot. Zeit.*, 1883.

187. — *Die Farben bunter Laublattern und ihre Bedeutung f. d. Zerlegung d. Kohlensäure in Lichte*, in *Bot. Zeit.* 1887 e *Arch. Neerl. d. S. Exactes et Nat.* Harlem, 1888.

188. *Eocianina liquida*, in *L'agricoltura meridionale*, Portici, III, 1881.

189. Erlenmayer, *Das Wasser als oxidations- u. Reductionsmittel*, in *Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.*, 1877.

190. Etti C., *Ueb. Bixin d. Farbstoff. d. Bixa orellana*, in *Rev. d. Chem. Gesellsch.*, VII.

191. Ewart A., *The effects of tropical insolation*, in *Ann. of Botany*, XI.

192. — *Journ. of Linn. Soc.*, XXXI, *on Assimilatory inbibition in d. Plantes.*

193. Eymart, *Saft u. Farbstoff. d. Phitolacca*, in *Journ. d. Pharm. u. Chem.*, 1890

194. F. W. K., *Blitzschäden in d. Weinbergen*, in *Allgem. Weinzeit*, 1887.

195. Famintzin A., *Ueb. d. Chromogen d. Helianthus-samen und zwei aus ihm erhaltene vasserlosliche Pigmente.* St. Petersburg, 1893.

196. Feldtmann, *Weshalb d. Vogelbeeren roth sind?* in *Die Nature*, 48. Jarhg., 1899.

197. Filartzy F., *Ueb. Anthocyan und einem interessanten Fall d. Nichtausbildung diesen Farbstoffes.*, in *Bot. Centralbl.*, Bd. 64, 1895.

198. Filhol, *Recherches sur les matières colorantes les plus repandues dans les fleurs*, in Compt. Rend., 39 e 50.

199. Fintelmann H., *Betrachtungen ub. d. Herbstfarbung d. Belaubung unserer Wald -und in Frein Land ausdauernden Schmuck Geholze*, in *Gartenflora*, 1887.

200. Fisch E., *Beiträge z. Blutenbiolog.*, in *Bibl. Bot.* Stuttgart, 1899.

201. — *Effect of Frost on Dark and other coloured Flowers*, in *Gard. Chron.*, 1878

202. Flahault, *Neue Beobactungen üb. d. Verhanderungen d. Pflanzen in Folge d. phyisischen Bedingungen d. Umgebung.*

203. — *Developpement d. matières colorantes d. fleurs*, in *Ann. Sc. Nat.*, 1878.

204. Flammarion, *Bull. Ministère Agricolture*, 1896.

205. Foche W. e Lemmermann E., *Ueb. d. Sehenvermogens d. Insecten*, in *Abhandl. d. Naturwiss. Ver.* Bremen, XI, 1890.

206. Foche W. e Lemmermann E., *Der Farbwechsel d. Rosskastanienblumen*, in *Bot. Brand.*, XXXI, 1889 e *Naturwoch.*, 1890, V.

207. — *Die Verbreitung d. beerentragenden Planzen durch die Vogeln.*, in *Abhandl. d. Naturwiss. Vereins z. Bremen*, Bd. X, 1888.

208. — *Blumen und Insecten*, in *Abhandl. d. Naturw. Vereins z. Bremen*, X, 1889.

209. — *Pflanzenmischlinge.* Berlin, 1881.

210. Földvary, Tibor v. *Az. ösökzölol növényeck teli szernszete* (Color. invern. d. piante sempre verdi) in *Term. Tud. Közl*, 1883.

211. Forbes, Muller H. e Muller F., *Verchiedenen gefärbte Staubgefasse in derselben Bluthe*, in Nature, 27.

212. Formaneck J., *Der Farbsloff. d. rothen Ruben und seine Absorptionsspectrum.*

213. Franck, *Pringsh.*, Jahrg. IX, *Journ. z. pract. Chem.* LXII, 1900.

214. — *Die Pflanzenkrankeiten.*

215. Freda F., *Sulla colorazione dei fiori di Hydrangea Hortensia, di una materia colorante da essi ricavata e di un'esperienza che prova se la clorofilla si sviluppa all'oscuro in atmosfere speciali.* in *R. Scuola di agricoltura di Portici*, Vol. I, 1878.

216. Freire D., *Les microbes des fleurs*, in *Compt. Rend.*, CXXVIII.

217. Fremy e Cloez, Compt. *Rend. Acad.*, Tome XXXIX.

218. — *Ueb. d. Farbstoffe d. Blumen Journ. f. pract. Chem.*, Bd. 62.

219. Fritsch P., *Ueb. farbige körnige Stoffe d. Zelleninhalt*, in *Pringsh. Jahrb.*, Bd. XIV, e *Jnaug. Dissert.* Königsberg, 1882.

220. Fructus X., *Des Mercuriales Anat. matière colorante, propriétés.* These. Montpellier, 1894.

221. Gain E., *Sur la matière colorante des tubercules et des organes subterranées*, in *Bull. Soc. Bot. France*, XL, 1893.

222. Gallesio, *Traité de Citrus*, 1811.

223. Gander M., *Blumen und Insecten*, in *Natur und Offenbarung*, XXXIX, 1893.

224. Gardner, Chron., 1878, 1861, 1852, 1846.

225. Gaertner, *Versuche und Beob. üb. d. Bastarderzeugung im Pflanzenreich.* Stuttgart, 1849.

226. Gaucher L., *Étude anat. des glandes du cyathium d. Euphorbes et d. leurs substances colorantes*, in *Journ. d. Bot.*, Anno XIII, 1899.

227. Gautier, *Sur les matières colorantes d. vins*, in *Compt. Rend.*, 86.

228. Gayle E., *The spines of Cenchrus tribuloides*, in *Bot. Gaz.*, XVII, 1892.

229. — *Gefullt blühendes Pelargonium mit dreifarbige Blattern*, in *Garten u. Blumenzeitung dr. E. Otto Hamburg*, 1880, Jahrg. 36.

230. Geisenheyner L., *Ein Beispiel v. Schutzfarbung*, in *Deutsch bot. Monatschr.* 1898.

231. Geissler, *Flora v. Davos*, 1882.

232. Gerber G.. *Rôle des tannin dans les plantes et plus particulierment dans les fruits*, in *Compt. Rendus*, *d. Sc.* Paris, 1807, Tome CXXIV.

233. Gerlach M., *Ueb. d. Ursache d. Umbestandigkeit carotinartige Farbstoffe* in *Beitr. z. Physiol. u. Morph. niederer organismen Herausg. v. Zopf.*, H. II, 1892.

234. Giessler R., *Die Localisation d. Gerbsäure in d. Pflanze*, in *Jenische Zeitschr. Z. Naturwiss.* Bd. 27, 1893.

235. Gillot X., *Observat. sur la coloration rosée ou erythrisme des fleurs normalment blanches.* in *Bull. Soc. Bot. d. France*, Tome XL, 1894.

236. GILLOT X., *Variation parallèles à fleurs rouges des espèces de genre Galium.* in *Bull. Soc. Bot. France*, Tom. XLI.

237. GILTAY E., *Le Collenchym.*, in *Akad. Proefschr.* Leiden, 1882.

238. GLAN R., *Ueb. d. Farbstoff d. schwarzen Malve* (*Althaea rosea*). Erlangen, 1892.

239. GMELIN L., *Handbuch. d. Theoret. Chem.*

240. GÖBEL, *Pflanzenbiol. Schilderung.*, Bd. II, 2, pag. 215-330.

241. GODRON, *Le rôle politique des fleurs*, in *Mem. d. Staniold*, Annata 129.

242. GOODADE, *De l'espèce.*

243. GOETHE H., *Handbuch. d. Ampelgraph.*, 1887.

244. GOFF EMMET S., *The relation of color to flavor in fruits and vegetables*, in *The Amer. Naturalist*, Vol. VIII, 1884.

245. GOGGINGER, *Corr. Bl. Naturf. Ver.* Riga XL.

246. GOIRAN A., *Di una singolare esperienza praticata sopra la corolla dei Cyclamen persicum*, in *Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, XXI, 1889.

247. *On the dèvelopment of Chlorophyll and color. granules*, in *Science*, Vol. I.

248. GOPPERT H., *Widerstandfahigkeit vergrünnten Blüten gegen Frost.*, in *Jahresber. d. Schles. Gesellsch. f. Vaterl. Cultur.* Breslau, 1880.

249. — *Ueb. d. Einwirkung d. Frostes auf. d. Gewächse.*

250. GREISSHOFF, *Beitrag z. Kenntniss d. Farbstoff. d. Bixa orellana*, in *Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch.*

251. GREEN, *Philos. Trans.*, Vol. 188, 1897.

252. GREEN N., *Discourse on the Colours of Plants.* London, 1682.

253. GRIFFON E., *L'assimilation chlorophyllienne et la coloration des plantes.* in *Ann. Sc. Nat.*, Ser. 8ª, Tom. X, 1889.

254. GROOMBRIDGE, *Treatises on Florist. flowers. The Dahlia*, 1853.

255. GROOT J., *Zum Nachweiss rother Farbstoffe*, in *Zeitschr. f. Allgem. Oesterr. Apotecke Ver.*, Jahrg. 20.

256. GUETTARD, *Mém. sur la transpiration insensible des plantes*, in *Hist. d. l'Acad. R. d. Sc.*, 1749.

257. GUIDOURT, *Journ. d. Pharm.*, 1827.

258. GUIGNARD, *Tâches rougeâtres observées sur les feuilles du Himantophyllum au Parc de la Tête d'or*, in *Bull. trim. de la Soc. Bot. de Lyon*, 1886.

259. GUIGNARD et FLECTHER J., *The interrelation of Insects and Flowers*, in *Canad. Entomol.*, XXVI, 1894.

260. GUINIER E., *Sur la coloration accidentelle du Fraisier commun*, in *Bull., Soc. Bot.*, Tom. XXXIX. Paris, 1892.

261. HABERLANDT G., *Untersuch. ub. d. Winterfarbung aus dauernden Blattern.* in *Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch.* Wien, 1876, Bd. 72, *Bol.* 73, Abth. 1, *Nat. Wiss. Cl.*

262. — *Anat. Physiol. Unters. üb. d. tropischen Laublatt. S. Ak. Wien*, Vol. I, 1892.

263. HALLIER H., e BAUSTEINE J., *Eine monographie d. Convolvulaceen*, in *Bull. Herbier Boissier*, 1897.

264. HANAUSECK T. e BERNOWITZ V., *Ueb. d. Farbstoffkörpen d. Pimentssamen*, in *Zeitschr. f. Allgem. Oesterr. Apoteke Verein*, 1877.

265. HANAUSECK T. e CZEMARK R., *Ueb. d. Reactionverhältnisse dreier rother pflanzliche Farbstoffe*, in *Zeitschr. f. Landwirtsch. Gewerbe*, 1885.

266. HANSEN A., *Die Farbstoffe d. Bluthen u. Früchten. Verhandlung d. Phys. Med. Ges. in Würzburg*, 1894.

267. Hansgirg, *Biol. d. Laublatter*, in *Sitzungsber. d. K. Böhm. Ges. f. Wissensch. Praga*, 1900.

268. — *Phyllobiologie*. Leipzig, 1903.

269. Harsten, *Ein merkwurdige Hybridenbildung*, in *Bot. Zeit.*, 1867.

270. — *Sur la substance colorante des bajes rouges*, in *Compt. Rend.*, 1876.

271. Hartwig C., *Ueb. d. Orlean.*, in *Arch. d. Pharm.*

272. Hassack C., *Unters. üb. d. Anat. Bau d. bunter Laublätter nebst einige Bemerkungen betreffend d. physiol. Bedeutung d. Buntfarbung*, in *Bot. Centralbl.*, 1886, Bd. XXVIII.

273. Heckel E., *Reponse à une lettre de M. Musset*, in *Compt. R. hebd. d. l'Ac. d. Sc. Paris*, Tome XCV, 1882.

274. — *Sur l'intensité des couleurs et des dimensions considérables des fleurs aux hautes altitudes*, in *Bull. Soc Bot. France*, Tome XXX, 1883.

275. Heim F., *Influence de la lumière sur la coloration du périanthe de l'Himanthophyllum variegatum*, in *B. S. L. Paris*, 1891.

276. Heise R., *Zur Kenntniss d. Heidenbeerenfarbstoffes*, in *Arb. d. K. Gesundheitamt*, Bd. IX, 1894.

277. Heinsius W., *Over bonte bladeren Genostsshass v. Natuure Geneesen Heelkunde*, in *Biol. Sect.*, 1898.

278. Henderson H., *Bees and blancs Flowers*, in *The Garden Chron.* New Ser., N. XX, London, 1883.

279. Henslow E., *The origin of floral structures through insect and other agency*, in *Bull. Torrey Club. Cl. Bot.*, XV.

280. — *The origin of plants structures by self adaptation to the environment exemplified by desert or xerofilous plants*, in *Journ. of the Linn. Soc.*, Vol. XXX.

281. Herwey H., *Observations on the colors of flowers*, in *New. Badfort*, 1899.

282. Hersten M., *Sur la substance colorante des bajes rouges*, in *Compt. Rend.*, 1873.

283. Hesse, *Ann. d. Chem. u. Pharm.*, CIX, 343.

284. Hildebrandt F., *Einige biolog. Beobachtungen*, in *Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.*, Bd. XIV, Berlin.

285. — *Unmittelb. Einfluss d. Pflanzenbastardirung auf die durch dieselbe erzeugte Frucht*, in *Verh. d. Rheinl. u. Westfal.*, Bd. XXIV.

286. — *Farbstoffe d. Blüthen*, in *Pringsh. Jarhb.*, Bd. III, 1859.

287. — *Zunahme d. Schauapparat b. d. Blüthen*, in *Pringsh. Jahrb.*, Bd. XVII, 1886.

288. — *Ueb. einige Variationen in d. Blüthen*, in *Ber. d. deutsch. Bot. Ges.*, Bd. XI, 1893.

289. — *Ueb. einige merchwurdige Farbungen v. Pflanzentheilen*, in *Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.*, Bd. I, 1883.

290. — *Anat. Unters. üb. d. Farben d. Blüthen*, in *Pringsh. Jahrb.*, III, 1861.

291. — *Die Farben d. Blüthen in ihre ietzige Variation u. fruheren Entwickelung*. Engelmann, Leipzig, 1879.

292. — *Die Verbreitungsmitteln d. Pflanzen*, 1873.

293. Hilger A., *Ueb. d. Farbstoff d. Familie d. Karyophyllineen*, in *Landwirtsch Versuchst.*, Bd. 23.

294. — *Z. Chem. Kenntnisse d. Blumenfarbstoffe*, in *Sitzungsber. d. Bot. Vereins*. München, 1894.

295. — u. Mai, *Ueb. d. Verhalten d. Farbstoffes d. Kermesbeeren (Phitolacca decandra) gegen Halogena*, in *Forsch. ber. üb. Lebensmittel und ihre Besiehungen z. Hygiene*, 1895.

296. Hiller, *Unters. üb. d. Epidermis d. Blumenblatter*, in *Pringsh. Jahrbuch.* Tomo XV.

297. Hinterwaldner M., *Das Farben d. Pflanzen*, in *D. Naturhistoriker*, V, 1883.

298. Hisinger, *Remarquable variété du Nuphar luteum*, in *Acta Soc. F. Il. Fennic.* II, Bd. 9.

299. Hock C., *Ueb. gefarbte aetherische Oeln*, in *Arch. f. Pharm.* XXI, 1883.

300. Hoffmann, *Aufbluhzeit nach d. Farbe*, in *Bot. Zeit.* XXXIX, 1881.

301. — *Sonnenschein und Alpenblümen*, in *Ber. d. Oberhess. Ges. f. Nat. und Heilk.* Giessen, 1883.

302. — *Ueb. Laubverfarbung*, in *Gartenflora*, 1883.

303. — *Vechselbeziehungen zwischen Blumen u. Insecten*, in *Ber. d. Naturwiss. Ver.* Regensburg, H. 2, 1888-89-90.

304. — *Bot. Zeit.*, 1872, 1875 e 1876.

305. Hofmeister, *Allg. morphol.*

306. Hohnel F., *Bemerkungen üb. d. Arillus v. Ravenala*, in *Oesterr. Bot. Zeitung*, XXXI, 1881.

307. Hollstein, *Das Schichsal d. Anthoxantinkörper in abluhenden Blumenkronen*, in *Bot. Zeit.*, XXXVI.

308. Holm, *Th. Ombrophilous and Ombrophobia organ in plants*, in *The Bot. Gaz.*, XX, 1895.

309. — *Das erfrieren d. Pflanzen*, in *Gart. Il.*, XLVIII, 1899.

310. Holmey, *Alkanna root*, in *Pharm. Journ.*, Ser. 4ª, 1877.

311. Holzner G., *Die Beobactungen üb. d. Schutte d. Kiefer oder Föhre u. d. Winterfarbung immergrune Gewachse.* Freising, 1877.

312. Hope, Seylor. *Institut.*, 1837.

313. Hopkorck, *Flora anomala.*

314. Hori, *Colours and Scent of flowers*, in *Bot. Mag.* Tokio, 1890-91.

315. Howit, *Bird and Flowers.* London, 1892.

316. Hugo L., *Sur quelques modifications dans la coloration apparente des fleurs par l'éclairage électrique*, in *Compt. Rend.*, Tome LXXXVIII, p. 1281.

317. Hummel u. Cavallo, *Der indische Farbstoff Tesü*, in *Lond. Ch. S.*, 1894, I. *Ch. News.*, 69, p. 71 e *Chem. Zeit.*, 1894.

318. Husemann, *Die Pflanzenstoffe.* Berlin, 1883.

319. Jacobosch E., *Farbenvarietäten v. Linaria vulgaris* Mil., in *Verh. Bot. Ver. Brandeb.*, XXXVI, 1894-95.

320. — *Verschiedene Blutenzeit d. Roth- Blau- u. Weiss blütigen Form von Hepatica triloba* Gil. *u. Umwandlung d. Normalform in d. Rothe*, in *Ver. Brandeburg.*, Vol. XXXI, 1889, Berlin, 1890.

321. Jaeger Z., *Farbung d. Blutbuche*, in *Gart. Fl.*, 1887.

322. — *Ueb. d. Blaue Hortensien*, in *Wochenschr. f. Gärtn. u. Pflanzenk.*, 1872.

323. Jahns, *Ueb. d. Kristallinische gelbe Farbstoffe d. Galangawurzeln*, in *Arch. Pharm.*, 1882.

324. Jackson B. Daydon, *Termes used to denote colours*, in *The Journ. of Bot. British and Foreign*, XXXVII, 1899.

325. James J., *Colours as a distinguishing feature*, in *Bull. of the Torrey Bot. Club.* New York, 1883.

326. Jenking M, *Lepidopterus larvae and yellow flowers*, in *The entomol.*, 1883, Vol. XVI.

327. Johow F, *Ueb. d. Beziehungen einiger Eingeschaften d. Laublätter z. d. Standortverhältnisse*, in *Pringsheim Jahrb.*, Bd. XV, H. 2.

328. Johow F., *Z. Biol. d. Fioralen u. extrafioralen Schauapparate*, in *Jahrb. d. K. Bot. Museum Berlin*, Bd. III, 1884.

329. — *Bestaubungsbiol. chilenische Blüten*, in *Veraudl. d. deutsch. Wissensch. Verein in Santiago*, Bd. V.

330. — *Ueb. d. Ornithophilie in d. Chilenische Flora*, in *Sitzungsber. d. K. Preuss. Gesellsch. d. Wissensch.* Berlin, 1898.

331. — *Estudio sobra la flora de las Islas de Juan Fernandez.* Santiago de Chile, 1896.

332. Joly J., *Bright colours of alpine Flowers*, in *Proc. Dubl. Soc.*, 1893.

333. Jones T., *Variation in colours of plants*, in *Sc. Gossip.*, Vol. XXVII, London, 1891.

334. Jones V., *Photometrische Bestimmungen d. Absorptionsspectra rother und Blaue Farbstoffe*, in *Dissert. Ratisbor*, 1887.

335. Jönsson B., *Zur Kenntniss d. anat. Baues d. Blattes*, in *Lund Univ. Ars. Scrift.*, T. XXXII, 1896.

336. — *Compt. Rend. Acad.*, CXIX.

337. — *Journal of Horticolt.*, 1861, 1862.

338. Jstwanffi G., *Einwirkung d. Lichtes auf d. Entwickelung d. Blüthen.* Budapest, 1894.

339. Jumelle H., *L'action du froid sur les végétaux*, in *Rev. Scientif.*, 1892.

340. — *Sur l'assimilation chlorophyllienne des arbres à feuilles rouges*, in *Compt. Rend. Paris*, III, 1890.

341. Jonguer, *Klima und Blatt in Regio alpina. Flora*, LXXIX, 1894.

342. Jwitchell J. e C. Bessey, *On the evaporation of water from leaves*, in *The Americ. Naturalist.*, XV,

343. Kaeser, *Die Flora v. Avers.*

344. Keeble F., *The reed pigment of flowering plants*, in *Science progress*, New Ser. I, 1897.

345. — *The hanging foliage of certains tropical trees*, in *Ann. of Botany*, 1895.

346. Keegan P., *The red and blue colouring matter of flower*, in *Natural Sc.*, XIV, 1899.

347. — *The white Flower question*, in *Sc. Gossip.* London, Vol. XXVII.

348. Keller R., *Die Bluten alpinen Pflanzen: Ihre Grosse u. Farbenintensität oeffentliche Vortrage gehalten in Schweiz.* Basel, Bd. XCIV, 1897.

349. Kellermann W. a Swingle T., *Exper. im cross fertilis. of Corn*, in *First Ann. Rep. Kan. Exp. Station*, 1888.

350. — *Bibliographia of Crossfertil. of variety of Corn*, id., 1890.

351. Kerner v. Marilaun, *Ueb. d. Wechseln. d. Blumenfarbe an einer und derselben Art in verschiedenen Gegend*, in *Ost. Bot. Zeit.*, Jahrg. XXXIX, 1889.

352. — *Schutzmitteln d. Bluthen gegen unberufenes Gäste.*

353. — *Die Pflanzenleben.*

354. — *Vorläufige Mittheilung üb. d. Bedeutung d. Asyngamia für die Entstehme neuer Arten*, in *Bericht. d. Naturw. Med. Vereins.* Innsbruck, 1874.

355. Kiellmann F., *Untersuch. üb. d. Pflanzenleben während d. Winters an die Westkuste v. Schweden*, in *Bot. Centralbl.*, XXVI.

356. — *Unters. üb. d. Phanerogamenflora d. Kommandischi Inseln*, in *Bot. Centralbl.*, Bd. XXVI.

357. Kirnitz-Gerloff, *Plateau u. d. Blumentheorie*, in *Biol. Centralbl.*, XVIII, 1898.

358. Kieser, *Elemente d. Philotomie*, 1816.

359. Kirchner A., *Beiträge z. Kenntniss d. in d. Farbstoff. d. Blüthen d. Calendula officinalis vorkommenden Cholesterin*, in *Inaug. Dissert.* Erlangen, 1892.

360. Klar J., *Ist die Verfarbung d. Rothkohls durch Bodeneinfluss oder durch Verbastardigung entstanden?* in *Garten Zeit.*, III.

361. Klein J., *Z. Kenntniss v. Robinia pseudoacacia*, in *Ungar. Ak. d. Wissenschaft*, 1880.

362. — *Ueb. d. Farbe d. Blumen (A. Viragok szinerol)*. Budapest, 1880.

363. Klercher J., *Studien üb. d. Gerbstoff wacuolen*, in *Bitrang till K. Svenska Vet. Ak. Hadlingar*, Bd. VII.

364. Klinge J, *Ueb. eine eigenthumliche Anpassung b. weissbluhenden Farbenvarietaten einiger Pflanzenarten*, in *D. Bot.*, Mon. 14, 7, Armstad, 1896.

365. Knight, *Transact. Linn. Soc*, IX.

366. Knoch E., *Unters. üb. d. Morphol. biol. u. Physiol. d. Blüthen v. Victoria Regia*. Marburg, 1897.

367. Knuth P., *Wie locken die Blumen die Insecten an?* in *Bot. Centralblatt*, LXXIV.

368. — *Blumen u. Insecten*, in *Jahsber. Dodonaea.*

369. — *Bloemenbiol. Waarneiningen in Thuringien*, in *Bot. Jahrsb. Dodonaea*, VII, 1895.

370. — *Handbuch d. Blutenbiol.* Engelmann, Lipsia, 1898.

371. — *Weitere Beobacht. üb. d. Anlockungsmittel d. Bluten v. Sicyos angulata und Brionia dioica*, in *Bot. Centralbl.*, Bd. XLVIII, 1891.

372. — *Nachuntersuch. d. Bluteniriichtungen v. Lonicera periclymenum*, in *Bot. Centralbl.*, LX, 41-44.

373. — *Grundriss. d. Blumenbiol*, in *Bot. Centralbl.*, LIX, 1894.

374. — P. e Hat., *Bestuivings mechanisme d. orobancheen v. Schleswisk Holstein*, in *Bot. Jahrb. Dodonaea*, III, 1891.

375. Kny L, *Z. Physiol. Bedeutung d. Antokyanin*, in *Atti d. Congresso Internaz. Bot. di Genova*, 1892-1893.

376. — *Ueb. d. Laubfarbung*, in *Sonderabdr. d. Naturwochensckr.*, IV, 1889.

377. Koernicke, *Vorläufige Mittheil. üb. d. Mais*, in *Verhand. d. Naturh. Ver. d. preussich. Rheinl. u. Westf.*, 1872.

378. Koschanikow, *Z. Anat. v. corollinischen Blutenhullen*, in *Just. Jahresber.*, XIII Jahrg.

379. Kraus G., *Physiol. a. d. Tropen*, in *Ann. d. Sard. Bot. d. Buitenzory*, 1876.

380. — *Bot. Jahresber.*, 1873.

381. — *Studien üb. d. Herbstfarbung d. Blatter u. üb. d. Bildungsweise d. Pflanzensäuren*, in *Buchner Rep. f. Pharmac.*, Bd. XXII, 273.

382. — *Pflanzenphysiol. Unters.*, in *Flora*, 1875.

383. — *Ueb. d. Acidität u. Zukergehalt d. Zellsaftes b. d. Krummungen d. Stengel*, in *Sitzungsber. f. Naturforschergesellsch.* Halle, 1880.

384. — *Ueb. Acidität d. Zellsaftes d. Blatter b. Nact. u. Tag.*, l. c., 1880.

385. — *Z. Kenntniss d. Chlorophyll.* Stuttgart, 1872.

386. — *Ueb. d. amphotere Reaction d. Pflanzensafte*, in *Bot. Centralbl.*, XXI.

387. — *Beitrag z. Kenntniss d. Verhalten d. leicht oxydablen Substanzen der Pflanzensaftes*, in *Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.*, 1883.

388. — *Grundlinie z. einer Physiol. d. Gerbstoffe.* Leipzig, 1889.

389. — *Ueb. d. Ursache d. Farbung d. Epidermis vegetative organe d. Pflanzen*, in *Flora*, 1873.

390. Kraus G., *Einige Beobacht. üb. d. winterl. Färbung immergrüne Gewächse*, in *Sitz. b. d. phys. med. Soc.* Erlangen, 1871-72; *Id. di* Halle, 1874 e *Bot. Zeit.*, 1874.

391. Kroemer K., *Ueb. d. angebliche Vorkommen v. violetten Chromatophoren*, in *Bot. Centralbl.*, 1881.

392. Kronfeld M., *Ueb. d. Anthokyanbluthe v. Daucus Carota*, in *Bot. Centralbl.*, XLIX, 1892.

393. Kruckenberger, *Grundz. einer vergleich. Physiol. d. Farbstoffe u. Farben.* Heidelberg, 1882.

394. Kuhara M, *Rother Farbstoffe v. Lithospermum Erythroryzon*, in *Corrisp. d. Ber. d. deutsch. Chem. Gesellsch.*, 2146.

395. Kühne H., *Die Farben d. Blätter u. d. Blüthen.*

396. Kundt, *Poggendorf's Annalen Jubell.*

397. Kunisch, *Ueb. d. todliche Einwirkung niederer Temperaturen auf d. Pflanzen*, in *Inaug. Dissert.* Breslau, 1880.

398. Kunz-Krause, *Ueb. d. Farben u. Fallungsreactionen d. Tannoid n und ihre Abhangigkeit v. d. Natur bezw. Constitution v. einer bezw. beider Reactioncomponenten*, in *Schweitzer Wochenschr. f. Chem. u. Pharm.*, 36, 1898.

399. — *Ueb. ein naturliche Sistem d. Tannoiden*, l. c., 1898.

400. Kunze E., *Insects atracted by fragrance or brillancy of flower for purpose of Crossfertilisation*, in *Canad. Entom.*, XXIV.

401. Kuntze O., *Schutzmittel d. Pflanzen gegen Thiere u. Wetterungunst.*, in *Bot. Zeit.*, 1877.

402. Kustenmacher M., *Beiträge z. Kenntniss d. Gallenbildung mit Beruchsichtigung d. Gerbstoffes*, in *Pringsh. Jahrb.*, XXVI, 1894.

403. Kutscher E., *Ueb. d. Vervendung d. Gerbsäure in Stoffwechsel d. Pflanzen.* Göttingen, 1883 e *Flora*, Bd. LXVI.

404. Kützing, *Anat. u. Phys. d. Pflanzen*, 1855.

405. Lacaze Duthiert, *Hist. d. Galles*, in *Ann. d. Sc. Nat.* 3.ª Ser., Vol. XIX, 1853.

406. Lacour-Eymard, *Note sur le suc et la matière colorante du Phytolacca*, in *Journ. d. Pharm. et Chem.*, XXI, 1890.

407. Lagerheim G., *Ueb. d. Phycoporphirin einen Conjugatenfarbstoff*, in *Vidensk-Salskap Schrift.*, I, *Math. Naturw. Cl.* Christiania, 1895.

408. Landel G., *Influence des radiations solaires sur les végétaux*, in *Comptes Rend. Paris*, Tome CXVII.

409. Landerer F., *Rothfarbender Pflanzenstoffe in Orient*, in *Zeitschr. f. Landwirtsch. Gewerbe*, 1885.

410. Langlois M. H., *Oiseaux et fleurs.* Tours, 1899.

411. Lanza, *Note di biologia fiorale.* Palermo.

412. Laurent E., *Influence de la radiation sur la coloration des raisins*, in *Compt. Rend. de la Soc. Bot. Belgique*, 1890 e *Bull. Soc. Bot. France*, XL, 1893.

413. Laxton, *Gard. Chron.*, 1854.

414. Lazenby, *Corn Experiments Third Ann. Rep. Ohio Agr. Exp. Station*, 1884.

415. Leobody, *Colour variations in wild Flowers*, in *The Iris. Nat.*, Vol. II, Dublin, 1893.

416. Lecoque H., *Distribution géographique d. végétaux à fleurs colorées*, in *Thèse.* Lyon, 1854.

417. — *Géograph. bot. de l'Europe.*

418. Lee Green E., *On the colour of some western Flowers*, in *Bot. Gaz.*, Volume VI, 1881.

419. Lefewre, *Étude sur les matières colorantes du Gay-Già* (*Rhizophora Mangle*), in *Bull. Économ. de l'Indo Cine*, 1900.

420. Lepel F., *Ueb. d. Aenderung d. Absorptionspectra einiger Farbstoffe in verschiedenen Losungsmitteln*, in *Ber. d. deutsch. Chem. Gesellsch.* 1878, pag. 1146.

421. — *Der Alkanna-Farbstoff eine neue Reagenz d. Magnesiumsalze*, in *Ber. d. deutsch. Chem. Gesellsch.*

422. — *Les plantes à feuillage colorés.* Paris (Rothschild), 1874.

423. Levi A., *Note concernant les expériences faites en 1880 au sujet de l'influence de la lumière sur la maturation des raisins*, in *Ann. Agron.*, CVI.

424. Levi Morenos D., *Contribuzione alla conoscenza dell'antocianina studiata in alcuni peli vegetali*, in *G. A. del R. Ist. Ven.* Ser. 6ª, Tomo VI, 1888.

425. — *Sulla distribuzione peristomatica dell'antocianina in alcuni Sedum*, in *Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, XXII, 1890.

426. Lewel, *Colouring matter of leaves and flowers*, in *Tr. Edinb.*, 1888.

427. Liede, *Ueb. d. Wechselverhältnisse zwischen d. Farben d. Pflanzenwelt und die Fahigkeit d. Thiere Farben warzunehmen*, in *Sitzungsber. d. Naturw. Chemnitz*, VII, 1882.

428. Liebermann L., *Untersuch. üb. d Chlorophyll, d. Blumenfarbstoff und d. Beziehungen z. Blutfarbstoff*, in *Sitzungsber. d. K. Ak. d. Wissensch. Wien*, 1875, Bd. LXXII.

429. Lidfross B., *Z. Physiol. u. Biolog. d. Wintergrüne*, in *Flora Bot. Centralbl.*, Bd. LXVIII, 1896.

430. Lindmann C., *Z. Morphol. u. Biol. einiger Blätter und belaubter Sprosse*, in *Bihang till K. Svenska Vatenskap. Akad. Handinger*, Bd. XXV, 1899.

431. — *Die Variationen d. Perigons b. Orchis maculata*, l. c., Bd. XXIII.

432. — V. *Bot. Centralbl.*, XXX, 1887.

433. Lindsbauer L., *Einige Bemerkungen üb. Antokyaninbilduug*, in *Oesterr. Bot. Zeitschr.*, Jahrg. LI, 1901.

434. Linnro, *Flora Lapponica.*

435. Lombettel, *Erythroscop. u. melanoskop. Poggend., Ann.*, 1871.

436. Loudon's, *Arboretum.*

437. Lovell, *Petals and the visit of bees*, in *Asa Gray Bull.*, VI, 1898.

438. Lovell J., *The colors of Northen Apetalous flowers*, in *The Americ. Nat.*, XXXV, 1901.

439. Low E., *Beobachtungen üb. d. Blumenbesuch v. Insecten an Freilandpflanzen d. Bot. Gartens z. Berlin*, in *Jahresb. d. K. bot. Gart. u. Bot. Museum*, Bd. III. Berlin, 1884.

440. — *Einfuhrung in d. Blutenbiologie auf historische Grundlage.* Berlin, 1895.

441. Lowe e Howard, *Les plantes à feuillage coloré.* Paris, 1865.

442. Lubbock H. o Forbes J., *Bridgam Selective discrimination of insects*, in *Nature*, Vol. XVI, XVII.

443. — *On the sense on Colours in Animals*, in *Nature*, XXIV.

444. — *Flowers, fruits and leaves, London Mac Millan*, 1886.

445. — *Actraction of flowers for insects*, in *Journ. Linn. Soc. Bot.*, XXXIII, 1893.

446. — *British wild Flowers in relation to Insects.* London, 1875.

447. Ludwig F., *Die Farbstoff d. Synchitrium Gallen v. Anemone nemorosa*, in *Verh. Brandenbourg*, XXXI.

448. Ludwig G., *Eigenthumliche Farbenwechsel in d. Blutenstande v. Spiraea opulipholia*, in *Cosmos*, 1884.

449. — *Lehrbuch d. Biologie*. Stuttgart (Enke), 1895.

450. — *Einige neue Falle v. Farbenwechsel in verblühenden Bluthenstanden*, in *Biol. Centralbl.*, Bd. VI, 1886.

451. — *Die Biolog. Bedeutung d. Farbenwechsel*, in *Biol. Centralbl.*, Bd. IV, 1884.

452. Macchiati L., *Sulle sostanze gialle e rosse delle foglie*, in *Atti della Soc. d. Nat. di Modena*, Ser. 3ª, Vol. IX, 1890.

453. — *Osservazioni sui nettari extrafiorali del Prunus Laurocerasus*, in *Bull. Soc. Bot. Ital.*, 1899.

454. — *L'ufficio dei peli, dell'antocianina e dei nettari extranuziali dell' Ailanthus glandulosa*, in *Bull. d. Soc. Bot. Ital.*, 1899.

455. — *Le sostanze coloranti degli Strobili dell'Abies excelsa*, in *Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, XXI, 1889.

456. Macaire Princeps, *Sur la colorat. autumn. d. feuilles*, in *Mém. de la Soc. d. Phys. et d. Hist. Nat. d. Genève*, IV.

457. Mc. Cluer G., *Autumn. Colouring of Leaves*, in *Science*, XXIII, 1894.

458. Mc. Dounald, *Albino flowers*, in *The Asa Gray Bull*, Vol. VI, 1898.

459. — *The Physiol. of Colours in plants*, in *Science*, 1896.

460. Magnus, *Mannliche Blüthen v. Pinus mit rothen Antheren*, in *Ber. üb. d. dreissigste Hauptversammlung d. bot. Vereins d. Prov. Brandenburg*, 1879.

461. — *Ueb. Bestaubungverhältnisse v. Silene inflata in Alpen b. Zermatt*, in *Verhandl. Brandenburg*, 1887.

462. — *Eine Bemerkunjen z. J. Velenowsky Mittheilung üb. eine Missbildung in d. Bluten d. Ranunculus acris*, in *Oesterr. Bot. Zeit*, 1900.

463. Magochsy Dietz, *Eine Weintraube zwischen deren uberwingend weissen Beeren Funf rothefarbten Beeren z. sehen sind*, in *Sitzungsber. d. bot. Sect. der K. Ung. Naturwissensch. Gesellsch. Budapest.*

464. Mandelin K., *Vorkommen eines jetz genauer untersuchten gelben Farstoffes in d. Viola tricolor var. Arvensis*, in *Sitzungsber. Dorparter Naturforsch. Gesell.*, 1882.

465. Maquenne M., *Recherches sur la diffusion, l'absorption et l'émission de la chaleur par les feuilles*, in *Compt. Rend.*, 1887; *Ann. Sc. Nat.*, Tome X, pag. 33, Ser. 6ª, 1881.

466. Marquart, *Die Farben d. Bluten*. Bonn, 1835.

467. Marques E., *Ueb. d. Zersetzung d. isolirten Pigments d. Kaucasischen Rothweines durch Warme*, in *Pharm. Zeitschr. f. Russland*, 1882.

468. — *Ueb. d. Farbstoff. d. Kaucasischen Rothweines, seine Isolirung, quantit. Bestimmung u. chem. React*, in *Pharm. Zeitschr. f. Russland*, 1884.

469. Martel S., *De la coloration et de l'albinisme chez les végétaux*. Paris, 1889.

470. Marteus, *Nouv. recherches*, in *Bull. Ac. R. Bruxelles*, XXII, 1855.

471. Martin W. K. and Thomas S. B., *The autumnal canges in Maple leaves*, in *Bot. Gaz.*, XII, 1887.

472. Massalongo C., *Sull' alterazione di colore dei fiori dell' Amaranthus retroflexus infetto dalle oospore di Cystopus Bliti* De By, in *Nuovo Giorn. Botan. Ital.*, XXIII, 1881.

473. Mattei, *I lepidotteri e la dicogamia.*

474. Maumené C., *Sur l'éocyanine*, in *Compt. Rend. Paris*, Tome XCV, 1882.

475. Maxwell T., *Pflanzenteratologie*. Leipzig, 1886.

476. Mayeffsky P., *Entwickelung d. Schüppenhaare d. Begonia manicata.*

477. Mayer, *Ueb. Sauerstoffauscheidung v. Pflanzentheilen b. Abwesenheit von Kohlensäure*, in *Just. Jahresb.*, 1876.

478. Mc. Georg R., *Salvia Coccinea an ornithophil. plant*, in *The Amer. Nat.*, Bd. XXXIII, 1889.

479. Mc. Leold, *Die Pyrenäenblomen etc.*, in *Bot. Jahrb. Dodonaea*, III.

480. Meehan, *Colored flowers in the carrot*, in *Proc. Ac. Nat. Soc.* Philadelphia, part II, 1882.

481. *Obiekt of sent and colour in flowers*, in *The Amer. Assoc. f. the Advanc. of Science.* Saratoga, 1879.

482. — *Contribution to the life histories of plants N. 11*, in *Proc. Acad. Nat. Soc.* Philadelphia, 1894.

483. — *On the relation between insects and the forms and character of Flowers*, in *Bot. Gaz.*, XVI, 1891.

484. — *Albinismus*, in *Bot. Gaz.*, VI, 1881.

485. — *Bees and coloured flowers*, in *Bull. Torrey Bot. Club*, Vol. XI.

486. — *Color in autumnal leaves*, in *Proc. Acad. Nat. Sc.* Philadelphia, 1881.

487. — *Immediate influence of pollen*, in *Proceed. Acad. Nat. Sc.* Philadelphia, 1884.

488. Meer E., *Des phénomènes végétatifs qui précédent ou accompagnent le dépérissement et la chute des feuilles*, in *Bull. Soc. Bot. d. France*, XXIII, 1876.

489. — *De la constitution et des functions des feuilles hivernales*, in *Bull. Soc. Bot. d. France*, XXIV.

490. *Mélanges d. hist. nat.* Lyon, 1765..

491. Mendel G., *Versuche üb. d. Pflanzen-hybriden*, in *Verhandl. d. Naturf. Vereins in Brünn*, 1863.

492. Meschaye V., *Ueb. d. Ampassungen z. Aufrechthalten d. Pflanzen und die Wasserversorgung b. d. Transpiration*, in *Bull. Soc. Imp. d. Naturalist.* Moscou, 1882-1883.

493. Mesnard E., *Recherches sur le mode de production du parfum dans les fleurs*, in *Compt. Rend.* Paris, Tome CXV, 1892.

494. Meyen A., *Philotomie.*

495. — e Goldsburg, *The radiation and absorption of heat by leaves*, in *Amer. Soc. Sc.*, Ser. 3.ª, XLV, 1893.

496. Mielke G., *Ueb. d. Stellung d. Gerbsäuren im Stoffwechsel d. Pflansen.* Hamburg, 1893.

497. Millerdet, *Note sur une substance colorante nouvelle*, in *Mitth. d. Soc. Sc. Nat.* Nancy, 1874.

498. Mirgues, *Conservation d. fleurs*, in *Bull. Soc. Hort.* Orleans, 1880.

499. Miroy, *Influence des acides sur la dissolution de la couleur des pellicules des raisines dans les moutes de vendange*, in *Rev. d. Viticulture*, 1897.

500. M. Nab, *Bird and Berryes*, in *Transact. and Proc. Prot. Soc. of Edinburg.* Vol. XIII.

501. Möbius M., *Das Anthophain der braune Blumenfarbstoff*, in *Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.* Bd. XVIII, 1900.

502. — *Die Farben den Pflanzenwelt.*, in *Naturwissensch. Wochenschr.*, Berlin. 1900.

503. Mohl H. v. D., *Vegetabilische Zelle.*

504. MOHL H. v. D., *Vermischte Schriften*, 1845.

505. — *Recherches sur la coloration hibern. d. feuilles*, in *Ann. Sc. Nat.*, 2.ª Ser., T., IX.

506. MOHR, *Ueb. d. Verbreitung d. Pflanzen durch Thiere*, in *Pharm. Rundschau*. Bd. VI, 1888.

507. MOLISCH H., *Der Einfluss d. Bodens auf d. Blütenfarbe d. Hortensien*, in *Bot. Zeit.*, 55, 1897.

508. — *Ueb. d. Farbwechsel anthokyanhaltige Pflanzen b. rasch eintretende Tode*, in *Bot. Zeit.*, 1889.

509. — *Das Erfrieren d. Pflanzen b. Temperaturen üb. Eispunkt in d. Pflanze etc.*, in *Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wissensch. Wien Nat. Mat. Cl.* Bd. CII, 1893.

510. — *Ueb. pseudoindican ein neues chromogen in d. Cystolitenzellen d. Acanthaceen*, in *Ak. d. Wissensch.* Wien, 1899.

511. — *Ueb. ein neues einem carmirothen Farbstoff erzeugenden Chromogen b. Schenkia blumenhaviana*, in *Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.* Bd. XIX, 1901.

512. — *Blattgrun und Blumenblau*, in *Wiener Illustr. Gart. Zeit.*, 1890 ed in *Bot. Centralbl.* Bd. I.

513. MOLLER H., *Weitere Mittheil. üb. d. Bedeutung d. Gerbsäure f. Stoffwechsel in d. Pflanze.* Berlin, 1888.

514. MOLLIARD, *Cas de virescence et de fasciation d'origine parassitaire*, in *Rev. Gen. Bot.*

515. MONTEMARTINI L., *Sopra la struttura del sistema assimilatore nel fusto del Polygonum Sieboldi*, in *Malpighia.* Anno XII, 1898.

516. MOQUIN TANDON, *Élem. de Thératol. végétale.* Paris, 1841.

517. MOREL V., *Cause de la virescence, expériences sur un Rosier*, in *Ann. de la Soc. Bot. d. Lyon.* Anno IV; e in *Bot. Zeit.*, 1878.

518. MORREN, *Notices sur les changements de couleur des feuilles pendant l'hiver.* Gand, 1858.

519. — *Responsio ad questionem: Quaeritur Orchidis latifoliae descript. bot. et anat.* Gand, 1827.

520. — *Les feuilles vertes et colorées.* Gand, 1858. (In questa pubblicazione trovasi riportata la letteratura dell'argomento fino all'anno 1858.)

521. MOSELEY J., *What is a flower?* in *The asa Gray Bull.* Vol. VI, 1898.

522. MOTT F., *Colour in Plants*, in *The bot. Gazette.* Vol. XXIII, 1897.

523. — *Deficiency of colour in Apple Blossom*, in *The Gard. Chron.* Vol. IV, 1888.

524. MOURGUES L., *Ueb. d. Farbstoff d. Fruchte d. Maquibaumes*, in *A. d. Soc. Scient. d. Chili*, 1894.

525. MULDER, *Chem. d. Weines.* Leipzig, 1855.

526. MULLER LUISE, *Grundzuge einer vergleichende Anat. d. Blümenblätter*, in *Nova Acta d. K. Leop. Carol. deutsch. Ak. d. Naturf.* Bd. LIX, 1893.

527. MÜLLER, *Weitere Beobachtungen üb. Befruchtung d. Blumen durch Insecten.* Berlin, 1882.

528. MULLER H., *Nachtragliche Beurtheilung d. v. Sir J. Lubbock angewandte Methoden d. Farbenlieberei d. Honigbienen z. Bestimmen*, in *Cosmos*, H. 10.

529. — *D. Wechselbeziehungen zwischen d. Blümen und d. ihre Kreuzung vermittelnden Insecten.*

530. — *Die Biol. Bedeutung d. eigentliches Bluhens v. Eremorus spectabilis*, in *Bot. Zeit.*, 1882.

531. MULLER H., *Geschichte d. Erklärungsversuche in Bezug auf d. Biol. Bedeutung d. Blumenfarbe*, in *Cosmos*, 1882, N. 1, *Bot. Jahresber.*, VII, 1881 e in *Bot. Centralbl.* Bd. XIII.

532. — *Saxifraga umbrosa adorned with brillant colours by selection of Syrphidae*, in *Nature*, 1880.

533. — *Flower and Insects*, in *Nature*, 1879.

534. — *Schutzende Farbung u. d. Farbungsempfindung d. Thiere*, in *Kosmos*, Bd. V.

535. — *Die Insecten als umbewüste Blumenzüchter*, in *Kosmos*. Bd. III.

536. — *Variabilität d. Alpenblumen*, in *Kosmos*. Anno IV, 1889.

537. — *Alpenblumen ihre Befruchtung d. Insecten und ihre Ampassung am derselben.*

538. — *Blumen u. Fruchten*, in *Kosmos*, VII.

539. — *Biologische Bedeutung d. Blumenfarben*, in *Biol. Centralbl.* Bd. III, 1883.

540. — *Biol. Bedeut. d. Farbenwechsel d. Lungenkraut*, in *Kosmos*, Jahrg. VII, Bd. XIII.

541. — *Gaston Bonnier's angebliche Widerlegung d. modernen Blumentheorie*, in *Kosmos.*

542. — *Arbeitleistung b. Staubgefäszer v. Pollenblümen*, in *Kosmos*, 1883.

543. — *Versuche üb. Farbenlieberhaberung d. Honigbiene*, in *Kosmos*, H. 10.

544. — *The Fertilisation of Flowers.* London, 1883.

545. — *Einige Nachtrage üb. Hildebrandt's Bucher Die Verbreitunsgmittel d. Pflanzen*, in *Kosmos, VII.*

546. — *Ueb. d. Entwickelung d. Blumenfarbe*, in *Kosmos*, 1880.

547. — *N. Handbuch d. Botanik.*

548. — *N. Spectral analyses d. Blütenfarbe*, in *Pringsheim Jahrb.* XX, 1888.

549. MULLER u. FRITZ, *Biol. Beob. au. Blumen Sudbrasiliens*, in *Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch.*, I, 1883.

550. e TURGAU, H. *Ueb. d. Gefrieren u. Erfieren d. Pflanzen Landwirtsch.* in *Jahrsbuch. H.* Thiel, Bd. IX.

551. — *Zucherhaufung im Pflanzentheilen in Folge d. niederer Temperaturen Landwirtsch.* in *Jahrbuch.* Bd. II.

552. MUNTING A., *Waare Oeffeninge d. Planten.* Groningen, 1671.

553. MURR I., *Geflechte Blätter b. d, Arckhieracien*, in *Deutsch. bot. Monatschr.*, Jahrg. XV, 1897.

554. — *Farbenspielarten aus d. Alpenländern etc.*, in *Deutsch. bot. Monatschr.*, Jahrg. XVIII, 1900.

555. — *Farbenspielarten u. aenliches aus nord Tirol*, l. c. 1887.

556. — *Ueb. Farbenspielarten*, l. c. 1892, 12 Jahrg., ed in *Natur*, 1892.

557. MYOSCKI M., *How cann we promote flowering and change of colours of flowers*, in *Bot. Mag.* Tokio XII, 1898, ed in *Arb. d. Bot. Inst. d. K. Univ.* Tokio.

558. NAGELI, *Entstehung u. Begriff d. Naturh. Art.* 1865.

559. NAEGELI u. SCHWENDEUER, *Das Mikroskop.*

560. NAUDIN, *Les plantes à feuilles colorées*, 2 vol., Paris, 1880.

561. NEBELUNG G., *Spectroskopische Unters. d. Farbstoff einiger Susswasseralgen*, in *Bot. Zeit*, 1878.

562. NEGRI, *De la matière colorante des pasteques et des tomate*, in *Le Monde*, 1880.

563. Neilreich. *Flora v. Wien.*

564. Nencki M., *Ueb. Biol. Beziehungen d. Blatt. u. d. Blumenfarbstoff*, in *Ber. d. deutsch. Chem. Ges.*, 27, III, 1896.

565. *Neue Farben d. Rothkohl.*, in *Festschr. d. Allgem. Oesterr. Apoteken Verein*, Jahrg. 187.

566. Neumann. *Ueb. d. Gerbstoff d. Pilze.* Dresden. 1875.

567. Newbierg M. *Colours in Nature. London.* Murray 1898.

568. Nickel E. *Physiol. d. Gerbstoffe u. Trioxilbenzole.*

569. Nicotra L. *Contrib. alla biol. fiorale d. Gen. Euphorbia*, in Borzì, *Contrib. alla Biol. Veget*, I, 1894.

570. Niederstadt B., *Ein Farbstoff d. Pflanzenreich*, in *Dingl. pol. I.* Bd. 219, ed in *Chem. Centralb.* (3 S.) VII.

571. Nienhaus, *Die Bildung d. violetten Pflanzenfarbstoffe*, in *Schweizerliche Wochenschr. d. Chem. u. Pharm.*, 1893.

572: Noll F., *Ueb. Einfluss d. Lichtes auf d. herbstliche Verfarbung d. Laubes*, in *Sitzungber. d. Niederrhein. Gesellsch. z. Naturw. u. Heilk.* Bonn, 1871.

573. Norton B., *Colouring matter found in some Borraginaceae*, in *Ann. Rep. Missoury Bot. Garten*, 1898.

574. Oberlin et Schugdenhauffen, *Sur la matière colorante du Schotia latifolia*, in *C. R. Soc. Pharm.* Lorraine, 1883.

575. Obsborn H., *Cause of the pourple colouring of Pig. med. leaves*, in *Science* 1886, pag. 166, in *Bull. Torrey Bot. Club.*, 1887, ed in *Bot. Gaz.*, XII.

576. Orcutt, *Colour notes on California wild Flowers, Garden and Forest*, vol. VIII, 1890.

577. Overton E., *Beobacht. und Versuche ub. d. Auftreten d. rothen Zellsaft. b. Pflanzen.*, in *Sonderabdr. a. d. Jahresbuch z. Wissensch. Botanik*, Bd. XXXIII.

578. — *Ueb. d. Allgem. Osmot. Eingesch. d. Zellen, ihre Vermuthlichen Ursachen v. ihre Bedeutung f. Phisiol. Vierteljahresschrift. f. Naturforschend. Gesellsch.*, Zürich, Jahrg. XLIV, 1899.

579. — *Experiments on the Autumn Colouring of Pflants.*, in *Nature*, 1897.

580. Palmer Th., *The various changes caused on the Spectrum by different vegetable coloning matters*, in *The montly Mikrosk., Journ.* 1877, vol. 17.

581. — *Recherches sur les Tannins*, in *Bull. Soc. Belg. Chem.*, 1894.

582. Palmeri e Comes, *Notizie preliminari sopra alcuni fenomeni di fermentazione del sorgo saccarino vivente*, in *Bot. Jahresb.*, 1883.

583. Pallmer, *Rotter Crataegus mit weissen Blumen*, in *Monatschr. d. Vereins z. Breford d. Gartent.* 1878.

584. Pammel, *Color variation in flower of Delphinium*, in *Bot. Gaz.*

585. Passerini, *Sopra una materia colorante atta alla tintura dei tessuti che si può estrarre dalla comune saggina*, in *Bull. della Scuola Agraria di Scandici presso Firenze*, 1873.

586. Pellagri G., *Blumenfarbstoffe*, in *Corresp. d. Berichte, d. Chem. Gesellsch.*, IX.

587. Pellox A., *Sur quelques variations qui presentent les végétaus avec la latitude*, in *Bull. Soc. Bot. France*, T. XXV.

588. Penzig O., *Sulla virescenza dei fori della Scabiosa marittima*, in *Atti della Soc. Arbor. di Modena*, III, S. vol. III.

589. — *Pflanzenteratologie.*

590. Perez P., *De l'actraction exercée par les odeurs et les couleurs sur les insectes*, in *Atti della Soc. Linn.*, Bordeaux 1891 e 1897.

591. Perkin G., *Ub. d. Farbstoffe d. Catechu u. Gambir*, in *Journ. Chem. Soc.*, T. LXXI, 1897.

592. — *Some costituents of the leaves of Rhus metopium and Haematoxilon campecheanum*, in *Bull. of the Depart of Iamaica*, N. S. VII, P. II.

593. — *The yellow coloring principles of various tannin matters*, in *Amer. Journ. of Pharm.*, Vol. LXIX, 1897.

594. — u. Hummel I., *The colouring matters of Ventilago madraspatana*, in *Journ. Ch.*, *Chr. Soc.*, London, 65.

595. — *Farbstoffe u. andere in Mang-Counda (Morinda umbellata) enthaltene Stoffe*, in *Journ. Chem.* London, 1892.

596. — *Die Farbstoff d. Rubia Sickkimensis*, in *Journ. of Chem.* London, 1160.

597. — *Farbstoffe u. andere Bestandtheil d. Charjarizeln*, II, *Chem. News*, 72.

598. — *The colouring principale of Toddalia aculeata, and Evodia Meliaefolia*, in *Chem. News.* 71.

599. Peters, *Ueb. einige rothbluenden Hieracien*, in *Bot. Ver.* München, 1881, *Flora* 64, 1881.

600. Peyritzch, *Ueb. Pelorien d. Labiaten*, in *K. K. Akad.* Wien, Bd. 40.

601. Pfau Schellemberg, *Absterben d. Reben in Folge d. Blitzschlag*, in *Iust. Bot. Jahrb.*, 1877.

602. Pfeffer, *Handbuch d. Pflanzenphysiol.*, V. I, p. 306.

603. — *Beitrage z. Kenntnis d. Ossidationsvorgänge in lebenden Zellen*, in *Abhandl. d. Gesellsch. Wiss.* Leipzig, 1889, e in *Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.*

604. — v. Altishofen E., *Betrachungen üb. d. Farben d. Pflanzen u. Blumen*, in *Deutsch. Garten Mag.*, XLIX, Monaco, 1896.

605. Pfeiffer A., *Die Arillargebilde d. Pflanzensamen*, in *Engler Jahrb.*, XIII.

606. Pfuhl, *Abweichenden Blumenfarbungen*, in *Zeitschr. Bot. Abth. Naturw. Ver.* Posen, V. 22 e 23.

607. — *Philosoph. Trans.*, Vol. XLIII.

608. Phoedowius, *Schr. Konigsberger u. Pr.* 38, Jahrg., 1897.

609. Pick H., *Ueb. d. Bedeutung rothes Farbstoffes b. d. Phanerogamen und d. Beziehungen derselbe z. Stärkewanderung*, in *Bot. Centralb*, 1883.

610. Pillsboury F., *On the color description of flowers*, in *The Bot. Gazette*, 1894, XIX.

611. Pirotta R., *Intorno alla formazione di radici avventizie nell' Echeveria metallica*, in *Atti d. Soc. d. Nat. d. Modena*, S. III.

612. Plateau F., *Comment les fleurs attirent les insectes: recherches expérimentales*, in *Bull. de l'Ac. R. de Sc., Lettres et de Beaux Artes de Belgique*, S. III, T. XXX, 1895, XXXII, 1896 e XXXVIII, 1897.

613. — *Nouvelles recherches sur les rapports entre les insectes et les fleurs*, in *Mem. de la Soc. Zool. de France*, XI, 1898.

614. Pokorny, *Ueb. d. Blumen und Insecten etc*, in *Schr. d. Ver. z. Verbreit. Naturw. Kenntnisse.* Wien, Bd. XIX.

615. Pollacci Eg., *Materie coloranti contenute nelle buccie d'uva e nuovo mezzo per conoscere il grado di maturità di questo frutto*, in *Rendiconti del R. Istit. Lombardo*, Serie II, Vol. XI.

616. *Pharmaceutische Handelblatt. V Polygonum tinctorium.*

617. Portele, *Studien und Entwickelung d. Traubenbeeren*, in *Mitth. A. d. Labor d. Landwirtsch. Landesbericht. Tirol*, Dublino, 1895.

618. Portele X., *Studien ub. d. Entwickelung, d. Traubenbeeren etc.*, Wien, 1894.

619. Potonié H., *Was sind Blumen?* in *Naturwiss. Wochenschr.*, VIII, 1893.

620. Praeger R., *Colour variation in wild Flower*, in *The Iris. Natur.* Vol. 2.

621. Prantl, *Notiz. ü. eine neue Blumenfarbstoff*, in *Botan. Zeit.* 1871.

622. Prehn F., *Schr. Naturw. Vereins.* Holstein, Bd. X, 1895.

623. Prewer, Axel, *Untersuch. ub. d. Farbenvariationen d. Samen einiger Trifolium arten*, Berlin, 1899, in *Inaug. Diss.*, Leipzig.

624. Prillieux, *Coloration en bleu des fleurs de quelques Orchidées sous l'influence de la gelée*, in *Bull. Soc. Bot. France*, T. XIX, ed in *Bot. Zeit.* 1873.

625. — *Taches produites d. jeunes feuilles de Cyclamen*, in *Bull. Soc. Bot. France*, T. XXXIV, 1887.

626. — et De La Croix, *La brulure des feuilles de la vigne produit par l'Exobasidium vitis*, in *C. R. de Sc. de l'Ac. de Paris*, T. CXIX.

627. Pringsheim, *Ueb. Lichtwirtung u. Chlorophyllfunction in d. Pflanze*, in *Pringsheim Jahrb.* Bd. XII.

628. — *Ueb. Assimilation u. Sauerstoffabgabe grüner zellen*, in *K. Ak. d. Wiss.* Wien, 1887.

629. — *Untersuch. üb. d. Chlorophyll. Ueb. d. Naturlich. Chlorophyllmodification u. d. Farbstoffe d. Phlorideen*, in *Rev. d. K. Akad. d. Wissensch.* Berlin, 1875.

630. *Proceeding R., Soc. of arts. a. sciences, of Mauritius*, 1892. p. 135.

631. Prunet A., *Sur les modification de l'absorption et de la transpiration qui suivent dans les plantes atteintes par la gelée*, in *Comp. Rend.* Paris, 1892.

632. — *Contribution à l'étude des relations entre les insectes et les plantes*, in *Rev. Gen. Bot.*, T. IV. 1892.

633. Purkinie, *Ueb. Zwei in Mitteleuropa wachsenden Fitchenformen Picea excelsa var. Chlorocarpa u. Picea excelsa var. Erythrocarpa*, in *Allg. Forst. u. Iagdz.*, 1887.

634. Pynaert E., *Ueb. d. Einfluss d. Lichtes auf. d. Farbung d. Blattern*, in *Rev. Hortic. Belge.* Trad. *Hamburg Garten u. Blumentz.*, XXXVII, 1881. 58-61.

635. Puvis A., *De la degeneration et de l'extinction des variétés de vegetaux propagés par les greffes, bouturés, etc.*, Paris, 1837.

636. Ramme G., *Die wichtigsten Schutzeirichtungen d. Vegetationsorgane d. Pflanzen*, in *Osterprogram d. Friedrisch. Realgymnasium im Berlin*, Berlin, 1896.

637. Ramon de Sara, *Ann. Sc. de* Habana, 1828.

638. Rathay E., *Ueb. eine merkwürdige durch d. Blitz an Vitis vinifera herworgerufene Erscheinung*, in *Deutsch. Math. Naturw. Cl. d. K. Ak.* Wien, 1891.

639. — *Die Geschlechtverhältnisse d. Reben u. Ihre Bedeutung z. d. Weïnbau.*

640. Raspail, *Nouv. Sist. de Phys. veget.*

641. Ravaz e Bonnet, *Les effects de la foudre et la gelivure*, in *Ann. de l'ecole de Agricolture.* Montpellier, 1901.

642. Rebel, *Biol. d. Blüten.*, in *Schrif. d. Vereins z. Verbreitung. d. Naturw. Kentnisse*, Wien, 1901.

643. Rechinger V., *Vergleichende Unters. ub. d. Trichome d. Gesneriaceen*, in *Oesterr. Bot. Zeit.*, 49, 1899.

644. Reinitzer F., *Bemerck. üb. d. Physiol. d. Gerbstoffe.* in *Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.*, 1889.

645. — *Der Gerbstoff. u. seine Beziehung z. Pflanzenchemie, Lotos*, 1891.

646. Reinke I., *Ein Beitrag z. Kenntniss leicht oxidirbaren Verbindungen d. Pflanzenkorpers*, in *Zeitschr. f. Physiol. Chem.* Bd. VI, 1882.

647. — *Ueb. d. Function d. Blattzähne und., Morphol. Werthigkeit einiger Laublatternectarien*, in *Bot. Zeit.*, 1874.

648. Reinke I., *Z. Kenntniss d. Oxidationsvorgänge in d. Pflanzen*, in *Berichte. d. deutsch. bot. Gesellsch.*, Berlin, 1867.

649. Reissech, *Ueb. d. wilde Wegetation d. Rebe.* in *Verhandl. d. Zool., Bot. Ver.* Wien, 1856, Bd. VI.

650. Renault A., *Conditions de développement du " Rougeot „ sur les feuilles de la vigne*, in *C. R. Ac. d. Sc.* Paris, T. CXIX.

651. Reunié E., *Ueb. einem Farbstoff aus Lomatia illicifolia* et *longifolia*, in *Ch. Soc. London*, *Ch. news.* 72.

652. — *Ueb. d. Farbstoff u. Drosera Whittakeri* in *Chem. Soc.*, 1887.

653. Renshau, Robertson, W. V. Froeden, A. H. Tegetmeier, Whites, Darby, *Farbesinn Blutenfressenden Vögeln u. Saugenthiere*, in *Nature*, Vol. XV e XVI.

654. Riesenkampf A., *Bemerkungen üb. einige in verschiedenen Gegende d. Russische Reiches vorkommende Anomalien in d. Form. u. Farbe d. Gewachsen*, in *Bull. de la Soc. Imp. de Natur.* Moscau, 1882.

655. Roberson, *Flover and Insects*, in *Trans. St. Louis, Akad.* S. V, VI (seguito).

656. Ritter-Scrotter-Kristell, *Ueb. ein neues Vorkommen d. Karotin in Pflanze nebst. Bemerkungen üb. d. Verbreitung, Entstehung u. Bedeutung dieser Farbstoff.*

657. Robertson C., *The phylosophy of flower season and the phenological relations of the entomophilous flora and the anthophilous insects-fauna*, in *Americ. Naturalist*, XXIX.

658. Robinet E., *Etudes sur l'influence de l'oeno-salicique sur la matière colorante des vins*, 1880, S.

659. Robinson, *Bleu Ridge Blosson, Plant world*, 1898.

660. Rodrigue A., *Les feuilles panachées et les feuilles colorées*, *Rapport entre leurs colours et leur structure*, in *Mém. d. l'Herb. Boisier*, 1900.

661. Rogers R., *Farben niedrige wachsender Waldbaume*, in *Natur.* XV.

662. Roper, *Unter. v. Dr. Candolle physiol.*

663. Rosanoff, *Bot. Zeit.* 1870.

664. Roscoe, *Chem. action of the light*, London, 1880.

665. Rosenstiehl M, *De la solubilité de la matière colorante rouge du raisin et de la sterilisation de mouts des fruits*, in *Comp. Ren.*, 1877.

666. — *Recherches sur les matières colorantes de la Garance*, in *Ann. de Ch. et Phys.*, 5 Ser., T. 13.

667. Roth E., *Verbreitungsmitteln d. Pflanzen.* Hamburg, 1896.

668. Roze M., *Contribution à l'étude de l'action de la chaleur solaire sur les enveloppes florales*, in *Bull. Soc. Bot. de France*, T. XXXVI, 1889.

699. Rudiger, *Ueb. Farbenwirkung in Pflanzenreiche*, in *Helios*, XI, 1893.

670. Rywosck S., *Einiges ub. ein. in d. grünen Zellen vorkommendes Oel und seine Beziehung z. Herbstfarbung d. Laubes*, in *Ber. d. deutsch bot. Gesellsch.* Bd. 15, 1897.

671. Sabine, *Trans. hortic. Soc.*, Vol. IV.

672. Saccardo P., *Chromotaxia seu nomenclator colorum poliglottus additis, etc.*, Padova, 1894.

673. Sachs, *Ueb. d. Wirkung d. Lichts auf. d. Bluthenbildung unter Vermittlung d. Laubbläter*, in *Bot. Zeit.* 1864-1865.

674. — *Ueb. d. Wirkung d. Ultraviolettenstrahlen auf d. Blutenbildung*, in *Arb. d. Bot. Instit. z. Würzburg*, 1887.

675. — *Bot. Zeit.* 1863, 1865.

676. Sachse R., *Chemie u. Physiol d. Farbstoffe*, Leipzig, 1880.

677. SAGERET, *Considération sur la production des hybrides, etc.*, in *Ann. Sc. Nat.*, T. VIII, 1826.

678. SAINT LAGER, *Décoloration des fleurs*, in *Bull. trimestral de la Soc. Bot. de Lyon*, 1888.

679. SAINT PAUL, *Schöne Herbstfarbungen u. interessante Blutensträuchen*, in *Mitth. d. deutsch. Dendrol. Gesellsch.*, 1897.

680. SAINT SIMON, *Des Jacinthes.*

681. SALTER I., *The Chrisanthemum, etc.*, 1865.

682. SAIN P., SADTLER e W. ROWLAND, *Preliminary notice of a new vegetable colouring matter*, in *The Americ. Journ. of Pharm.* 53.

683. SANIO, *Bot. Zeit.*, 1863, p. 18.

684. SARGNON, *Causes des vives coleurs que présentent les fleurs des hautes sommités alpines*, in *Ann. Soc. Bot. de Lyon*, 1878.

685. SAUNDERS F., *The colours of fruits in the Northen United States.*

686. SAVAGEAU C. e PERRAND F.. *La maladie pectique de la vigne.*

687. SCHELL F., *Wirkung einiger Einflusse auf d. Farbung d. Pflanzen*, in *Beil. z. d. Protocoll. d.* 75, *Sitzungsber. d. Naturf. Gesellsch. a. d. Univ. z. Kazan. Kazan*, 1876, *april. (Russo).* V. anche *Bot. Jahresber.* III, 1876.

688. — *Ueb. d. Pigmentbildung in d. Wurzeln einige Salix-arten*, in *Beilage z. d. Protocolle r.* 85, *Sitzungsber. d. Naturf. Gesellsch. a. d. Univ. z. Kazan (Russo).*

689. — *Einfluss. d. Galvanische Strom. auf. z. pflanzliche Pigment*, in *Beil. z. d. Protocollen d. Sitzungen d. Naturf. Gesellsch. a. d. Univ. z. Kazan, April* 15, 1876 *(Russo).*

690. — *Ueb. Chlorosis v. Pelargonium Zonale et Iust. Jahrber.* 1876.

691. SCHEUCKLIN-PREVOT, *Vermeintliche u. wirkliche Ornithophilie*, in *Naturw. Wochenschr.* Bd. XIV, 1899.

692. — *Die herbstliche Farbung d. Laubes*, in *Die Natur.* Jahrg. XLVIII, 1899.

693. SCHIMPER U., *Anat. Unters. ub. d. Farben d. Bluten*, in *Pringsh. Jahrb.*, 1864.

694. — *Ueb. d. Entwickelung. d. Chlorosphillkörner n. d. Farbkörper*, in *Bot. Zeit.*, 1883.

695. — *Pflanzengeographie aus Physiol. Grundlage.*

696. — *Untersuch ub. Chlorophyllkörner.*

697. SCHLENCKER, *Blumen und Insecten*, in *Neue Blätter a. Suddeutschland f. Erziehung*, XIV, 1885.

698. SCHMIDT F., *Die Farben d. Blüten*, in *Die Natur.* Jahrg., XLVIII, 1899.

699. SCHMIDT, *The action of light on Plants*, in *Gard. Chr.*, 1890.

700. — *Ueb. d. Rothen Farbstoff d. Blätter v. Ampelopsis hederacea*, 1880, Lausanne.

701. — *Chlorophylle dans les feuilles de vigne du Canadà*, in *Bull. Soc. Valoise d. Sc. Nat.*, Ser. II, Vol. XVI, 1880.

702. — *Ueb. Veranderungen d. rothes Farbstoffe v. Paeonia officinalis unter d. Einfluss chemisches Reagentier.*

703. — *Contribution à l'étude des matières colorantes des vegetaux*, in *Arch. d. Sc. Phys. et Nat.*, Genève, Ser. III, T. IV, 1880.

704. — *De la coleur des fleurs*, in *Les Mondes*, T. LIII, 1880 e in *Bot. Centralbl.* 1881.

705. — *Weitere Mittheil. ub. seine Unters. ub. d. Farbe d. Pflanzen. Verhandl. d. Schweiz.*, in *Naturf. Gesellsch.* Bd. LXV, 1881-82.

706. SCHWETZLER, *Bot. Centralb.*

707. Schmidt, *The absorbtions spectra of certains vegetable colouring matters*, in *Proc. R. Soc. of Edinburgh* 1871.

708. Schmuck E., *Remarks on the terms to denote Coulour and on the colours of faded leaves*, in *Chem. News*, V. XLV, 1882.

709. — *The yellow colouring matter of Sophora japonica*, in *Journ. Chem. Soc.* 1895.

710. Scholz, *Berichte ub. d. Bot. Unters. in Sommer* 1894, in *Schr. phys. öcon. Ges. Königsberg in Pr.* 36, Jahrg., 1895.

711. Schönn, *Blattgrun. u. Blumenblau*, in *Zeitsch. z. ausl. Chem.*, 1870.

712. Scott B., *On variation and mutation*, in *Amer. journ. Sc.*, 3 Ser., Vol. 48, 1894.

713. Schröter, *Sur le climat des Alpes et son influence sur les végetaux alpines*, in *C. R. des Trav. présentés à la* 72 *session de la Soc. Helvet. d. Sc. Nat. à Lugano*, 1889, Ginevra, 1889, (*Bot.*).

714. — *Flora d. Gipfelkegels d. Kreuz.*, in *Landwirtsch. Jahrb. d. Schweiz*, 1895.

715. Schotter V. e Kristelli H., *Ueb. d. Farbstoff. d. Arillus v. Afzelia Cuanzensis Welw. u. Ravenala Madagascarensis, etc.*, in *Sitzungsber. d. K. Ak. Wissensch.* Wien. CII, 1893.

716. — F., *Kenntniss d. Farbstoffes v. Cucurbita Pepo*, in *Verh. d. K. Zool. Bot. Ges.*, Wien, 1895.

717. — *Ueb. d. Carotin.*, in *Bot. Centralbl.*, LX, 1894-95, Bd. 61.

718. Schübler F., *Wirkung d. langen Tage*, in *Oesterr. Landw. Wochentage*, 1883.

719. — *Die Wirkung d. Ununterbrochenen Sonnenlicht auf d. Pflanzen. d. Polarländer*, in *Kosmos*, 1880.

720. — *Untersuch. einer Erde welche die Eingeschaft hatte die gewönhliche rothbluende Hortensia speciosa blau zu farben*, in *Schweigger u. Meineckes Jahrb. z. Chim. et Phys.*, 1821.

721. — *Ueb. die Veranderung welche d. Pflanzen erleiden wenn die unten ein hohen nordlichen Breitungsgrades cultivirten werden*, in *Nyt. Mag. Jor. Naturvidenskaben.* Bd. XXIV, Cristiania.

722. — u. Funk, *Unters. ub. d. Blutenfarben.* Tübingen, 1825.

723. — u. Neuffer, *Inaug. Dissert.* Tübingen, 1829.

724. Schulz A., *Beitr. z. Morph. und Physiol. d. Bluthen*, in *Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.* X, 1892.

725. Schwarz, *Die Morph. u. Chem.*, in *Zuzammensetz d. Protoplasmas.*

726. Senebier, *Phys. Chem.* Abht. A. III, e *Physiol. Vegetale.* Paris, 1791, T. IV.

727. Senier H., *The colouring matter of the petales of Rosa Gallica*, in *The Pharm. Journ. and Trans.* III Ser., Tom. VII.

728. Sewel, *Colouring matter of Leaves and Flowers.* Tr. Edinburgh, 1888.

729. Singer, *The Endechung d. Phloroglucin in d. Pflanzen*, in *Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.* VIII, 1890.

730. Slater I., *Flower and Insects*, in *Journ. of Science.* London, 1883, Vol. V.

731. Smith M. A., *New green vegetable colouring matter*, in *Nature.* 1890.

732. Soltwedel F., *Formen u. Farben v. Saccharum officinarum.* Berlin, 1892.

733. Sonne u. Kutscher, *Ueb. d. Einwirkung v. Luft u. Warme auf d. Gerbstoff d. Weidenrinde*, in *Zeitschr. J. Angew. Chem.* 1889.

734. Sorauer R., *Ueb. d. Rothfarbung d. Spaltöffnungen b. Picea*, in *Notizblatt d. Kon. Bot. Garten u. Museum z. Berlin.* 1899.

735. Sorby H., *On the autumnal tints of foliage*, in *Nature.* XXXI e XXXII, 1885.

736. — *Die Farben d. Pflanzen*, in *Centralbl. f. Agriculturichem.*, 1873 e *Proc. of the Roy. Soc. of London.* Vol. XXI, pag. 442.

737. — *Comparative vegetable chromatology*, in *Proc. of the Roy. Soc. of London*, Vol. XXVI e *Grevillea*, II, Tom. LXXIX.

738. — *On the caratteristic colouring matter of the red group of Alge*, in *Journ. of the Linnean Soc.* Bd. XV, 1877.

739. — *On the colouring matter associated with chlorophyll.*, in *Journ. of both. Brit. a foreign.* 5, 1876.

740. Sostegni, *Sulle materie coloranti delle uve rosse*, in *Stazioni sperimentali agrarie Italiane.* Modena, 1894, Vol. XXVII.

741. Speer R., *Exper. with corn.*, in *Johwa agr. Exper. stat.* 1889.

742. Sprengel Ch. C., *Das entdeckte Geheimnis, d. Natur. in d. Bau und in d. Befruchtung d. Blumen.* 1793.

743. Stadler, *Beitr. z. Kenntniss d. Nectarien u. Biol. d. Blüten.* Berlin, 1884.

744. Stähelin e Hoffstetter, *Ann. Chem. u. Pharm.* 63.

745. Stahl C., *Ueb. bunte Laublatter. Ein Beitrag z. Pflanzenphysiol.*, in *Annales du Jardin Bot. d. Buitenzorg.* 1896.

746. Steward F., *Ueb. anthrachnose and a stem roth of the cultivated Snapdragon*, in *New York Agric. Expr. Stat.* 1900.

747. — *The Variation of colour in plants. Sc. Gossip.* London, Vol. XXVII.

748. Stewens, *Zeitschr. f. Anal. Chem.* Bd. XV, 1876.

749. Stoddardt N. W., *Notes on the colouring matter of Crocus sativus*, in *Jearbook of Pharm.* 1876.

750. Sturtewant Luvis E., *Corn hybrididation*, in *Report of the Board of Control of the N. Y. Exp. Stat.* 1882.

751. — *Indian Corn*, in *Report of the Board of Control of the N. Y. Exp. Stat.* 1886.

752. Sudwort E., *The comparative influence of odor and color of flowers in attracting insects*, in *Bot. Gard.* XVII, 1892.

753. Taliew W., *Ueb. d. Polychroism d. Fruhlingspflanzen*, in *Beitr. d. Bot. Centralbl.* 1901.

754. Tassi A., *Zea mais pluricolor*, in *Bull. d. Laborat. ed Orto Bot. d. Univ. d. Siena.* 1898.

755. — *Sulla variegatura prodotta in alcune foglie*, in *Atti d. R. Accad. d. fisiocritici di Siena.* Serie III, 1898.

756. Teodoresco E., *Influence des differentes radiations lumineuses sur la tige et les feuilles*, in *Rév. Gén. Bot.* Tom. XI, 1899.

757. — *Action Indirecte de la lumière sur la tige et les feuilles*, in *Rév. Gén. d. Bot.* XI, 1899.

758. Tepper I., *Plants Insects and Birds.* 1897.

759. Terracciano, *Contrib. alla biol. veget.* Palermo, 1898.

760. Terreil, *Faits pour servir à l'histoire de la matière colorante du vin et des matières colorantes rouges des végétaux*, in *Bull. Soc. Chim. d. Paris.* 1885.

761. *The color of flower and light*, in *The Garden Chr.* XVII, 1882.

762. Theen H., *Ueb. d. Farbsinn d. Bienen*, in *Illustr. Wochenschr. f. Entom.* 1896.

763. Thomas V., *Les matières colorants naturelles*, in *Encyclop. Scientiph. d. aides-mém.* Paris, 1901.

764. — Fr., *Mimicry b. Eichengallen*, in *Sitzungsb. d. Gesellsch. d. Naturf. Freunde.* Berlin, 1897.

765. — *Ampassung d. Winterblättern v. Galeobdolon luteum a d. Warmestrahlung d. Erdbodens*, in *Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.* 1901, XIX.

766. Thompson C., *Radix Alkannae Menge d. Farbstoffes.*, in *Pharm. Journ. Trans.* 1886.

767. — *Note on the colouring principle of Alkannet root*, in *Ph. Jarb.* XVI, 1885-86.

768. — d'Arcy W., *Catalogue of book and papers relating to the fertilisation of flowers. London, Mac Millan.* 1883.

769. Tichomiroff, *Ueb. d. Mikroch. Eingeschaften u. d. hystolog. Aufbau d. Samen von. Abrus precatorius*, in *Bot. Centralbl.* 1884.

770. Timiriaseff, *Arb. d. St. Pétersbourg Gesellsch. d. Naturf.* Bd. VI.

771. Timpe H., *Beiträge z. Kenntniss d. Panachirung.* Göttingen, 1900.

772. *Trans. Linn. Soc.* Tom. IX.

773. *Trans. Soc.* 1835.

774. Trealase, *Flowers and their visitor,* in *Cornell Rev.* 1880, Vol. VII.

775. Trecul A, *Des formations vesciculaires*, in *Ann. Sc. Nat.* IV Ser., Bot. Vol. X.

776. — *Changement de coleur de la chlorophylle, son passage à la coleur bleu-rouge ou orangé*, in *C. R. d. l'Acad. d. Sc.* 1856.

777. Treub, *Arch. neerl. d. Sc. Ph. st. nat.* Tom. VIII, part. I.

778. Tschermack E., *Weitere Beitr. ub. werschieden Wertigkeit d. Merkmale b. Kreuzung b. Erbsen u. Bohnen*, in *Ber. d. d. Bot. Ges.* XIX, 1901.

779. Tschirch, *Unters. üb. Chlorophyll.* Berlin, 1884.

780. — *Untersuch. üb. reiner Blattfarbstoffe mit d. Quarzspectesgraphen Photogr. Mittheilungen.* 1896.

781. — *Violette Chromatophoren in d. Fruchtschale d. Coffeas*, in *Schweiz. Wochenschr. f. Chem. u. Pharmacie.* XXXVI, 1898.

782. — *Der Quarzspectrograph und einige damit vorgenommene Untersuch. v. Pflanzenfarbstoffe*, in *Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.* XIV.

783. — *Ueb. d. Bildung v. Harzen u. aetherischen Oeln* in *Pflanzenkorper*, in *Pringsh. Jahrb.* Bd. XXV, 1893.

784. — *Angewandte Pfl. Anat.*

785. Tsvett M., *Sur la chlorophylline bleu*, in *C. R.* Paris, 1900.

786. Tzeciok M., *Beitr. z. Kenntniss d. Erdbeeren* (Fragaria vesca) *deren frischen u. vergorenen Fruchtsaftes*, in *Inaug. Dissert.* Erlangen, 1898.

787. Turner, *Holly with red and green berries*, in *Gard. Chr.* 1898.

788. *Ueb. d. Schutzmittel d. Pflanzenblatter*, in *Das auslander.* LIV, 1881, n. 48.

789. Unger, *Anat. u. Physiol. d. Pflanzen.* 1855.

790. Vallese, *Bruciore o seccume della vite*, nell'*Agricolt. merid.* 1877, Vol. X.

791. Van Wisseling, *La connaissance du Collenchim*, in *Arch. Neerl. d. Sc. exactes et Nat.* Tom. XVII, 1882.

792. Velenowsky I., *Eine interessante Missbildung in d. Blüten d. Ranunculus acris*, in *Osserv. Bot. Zeit.* 1900.

793. Verdeil, *Récherches sur la matière colorante verte des plantes, etc.*, in *C. d. Acad.* 1851.

794. Verhoeff C., *Blumen und Insecten, etc.*, in *Nova Acta Acad. Leop. Carol.* LXI.

795. Verlok, *Des Varietées.*

796. Vharton, Henry Thornton, *On Fries' nomenclature of colours*, in *Grevillea.* 1884.

797. Viala, *Maladies de la Vigne.*

798. Villa, *Récherches sur les reactions qui existent entre les couleurs des plantes et la richesse d. terres en agent de fertilité*, in *C. R.* Paris, 109.

799. Vilmorin, *Notices sur l'amelioration des plantes par semis.* 1886.

800. — *Les plantes potagères.*

801. — *Ann. Sc. Nat. Bot.* 1878.

802. — *Sur la fécondation du Maiz*, in *Bull. Soc. Bot. de France.* Tom. XIV.

803. Vilmorin-Adrieux, *Les fleurs de pleine terre.*

804. Vivian-Morel, *Causes de la virescence; expériences sur un Rosier,* in *Ann. de la Soc. Bot. de Lyon*, 1877, e *Bot. Zeit.* 1877, pag. 791.

805. Vochting H., *Ueb. d. Einfluss d. Lichtes auf d. Gestaltung u. Anlage d. Blüthen*, in *Pringsheim Jahrb.* Bd. XXV.

806. Vogel, *Bunte Laublatter d. Fruhling*, in *Prometheus.* Jahrg. VIII, 1877.

807. — *Pflanzenfarbstoffe*, *Humboldt.* 1882.

808. — *Ueb. d. Verschiedenhait d. Absorptionspectra eines u. derselben Stoffes*, in *Ber. d. deutsch. Chem. Gesellsch.* 1878.

809. — *Ueb. d. Wandlungen d. Spectren versiedener Farbstoffe*, in *Ber. deutsch. Chem. Gesellsch.* II, 1878.

810. — *Practische Spettralanalyse.*

811. Vries H., *Eine epidemie v. Vergroeningen*, in *Bot. Jahrboeck.* VIII Jahrg.

812. — *Die Spaltungsgesetz d. Bastarde*, in *Ber. deutsch. Bot. Gesellschaft.* Bd. XVIII.

813. Waage, *Was ist ein Gerbstoffe?*, in *Ber. d. Pharm. Gesellsch.* 1891.

814. — *Vorkommen u. Rolle d. Phloroglucin in d. Pflanze*, in *Naturw. Wochenschr.* Bd. VI, 1891.

815. Wakker I., *Unters. ub. d. Einfluss parasitischer, Pilze auf ihre Naturpflanzen*, in *Pringsh.* Jahrb. XXIV.

816. Walker A., *Insects and Flowers*, in *Nature.* Vol. XXVIII, 1883.

817. Wallace A., *Protective coloration and mimicry in d. Pflanzen.*

818. — *Colour in naturv.*, in *Nature.* Vol. XIX.

819. — *Die Tropenwelt, Braunschweiz.* 1879.

820. Walz I., *Ueb. d. Wirkung d. Lichtes auf einige Processe d. Pflanzenlebens*, in *Schrift. d. k. Neurussischen Univ. in Odessa.* Bd. XVII, 1875.

821. Ward H., Marschall, *Chlorophyll corpuscles and Pygment bodyes in Plants*, in *Nature.* 28.

822. Warden C., *Bleues colouring Principle contained in the Twetia neerifolia*, in *The Pharm. Journ. and Transact.*

823. Warming, *Ueber d. Rolle d. Gerbsäure in Stoffwechsel d. Pflanzen*, in *Der Naturf.* 16, 1883.

824. Watney H., *Jron. or shade in effecting a change of colour in Hydrangeas*, in *The Gard. Chron.* N. Ser., Vol. XX, 1883.

825. Werettnickow, *Arb. d. St. Pétersbourg*, in *Gesellsch. d. Naturf.* 1870.

826. Weberbauer, *Ueb. d. Farben d. Blüten u. Blätter LXXIV*, in *Jahresb. d. Schles. Gesellsch. f. Vaterland. Cultur.* 1876-1897.

827. Weber, *Torrey Bot. Club.* VIII.

828. Webster, *Journ. of Bot.* Bd. XXV, 1887.

829. Wehmer C., *Ueb. Farbungen u. Flechen d. Rosenblättern*, in *Garten H.* 1900.

830. Wehrli L., *Ueb. d. Bedeutung d. Farbung d. Pflanzen*, in *Ber. Schweis. Bot. Gesellsch.* 1894, Bd. XXIII e XXVIII.

831. Weigert L., *Beiträge z. Chemie d. rothen Pflanzenfarbstoffe*, in *Jahresber. d. k. Oenol. u. Pomolog. Lehranstalt Clostembourg.* 1894-95.

832. Weinlaube, 1885 e 1894 n. 415.

833. Weinzierl T., Ritter V., *Ueb. d. Verbreitungsmittel d. Saman u. Früchte*, in *Monatsber. d. Wissensch. Club. z. Wien.* 1884.

834. Weiss A., *Ueb. spontane Bewegungen u. Formänderung v. Pflanzlichen-farbstoffe*, in *Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wissensch. Club. z. Wien.* 1884.

835. — *Ueb. ein eingenthumlichen gelösten gelben Farbstoff in d. Blüthe einiger Papaverarten*, in *Sitzungsber. d. k. Ak. Wien.* Bd. XC, 1884.

836. Westermajer M., *Z. Physiol. Bedeutung d. Gerbstoffe in d. Pflanze*, in *Sitzungsber. d. k. Ak. d. Wissensch. Berlin.* 1885.

837. — *Neue Beiträge z. Kenntniss d. physiol. Bedeutung d. Gerbstoffes*, in *Sitzungsber. d. Korresp. Preussen Akad. d. Wissensch. Berlin.* 1887.

838. Wharton H., Thorntow, *Sur la nomenclature des coleurs de Fries*, in *Rev. Mikol.* 1885.

839. Wiesner I., *Die Naturlichen Enrichtungen z. Schütze d. Chlorophyll. d. Lebenden Pflanzen*, in *Festschr. z. Fejer d. Funfundzwanzigsten Bestehens d. k. Zool. Bot. Gesellsch. Wien.* 1876.

840. — *Einige Beobacht. ub. Gerb. u. Farbstoffe d. Blumenblätter*, in *Bot. Zeit.* 1862.

841. — *Studien ub. d. Welcken d. Bluthen Laubsprossen*, in *k Ak. d. Wissensch. Wien.* Bd. LXXXVI, Abth. I, 1882.

842. — *Die Rohstoffe d. Pflanzenreiches.* Leipzig, 1900.

843. — *Beobachtungen üb. d. Einrichtungen z. Schütze d. Chlorophylls tropischen Gewächse*, in *Sep. Ak. Wien.* CIII, 1894.

844. — *Ueb. d. Formen u. Anpassungen d. Blattern an d. Lichtstarke*, in *Biol. Centralbl.* Bd. XIX, 1889.

845. — *Untersuch. üb. d. herbstliche Entlaubung d. Holzgewächse* LXIV Bd. *d. Sitzungsber. d. k. Ak. d. Wissensch. Wien.* 1871, N. 11, Ser. XV.

846. — *Ueb. d. Vorherrschenden ombrophile Charakter d. Lauber d. Tropengewachse*, in *K. Ak. d. Wiss. Wien.* 1894.

847. Wigand, *Einige Satze ub. d. physiol. Bedeutung d. Gerbstoffes u. d. Pflanzenfarbe*, in *Bot. Zeit.* 1862. V. anche *Bot. Jahresb.* 1862.

848. — *Die Rothe u. Blaue Farbung v. Laub. u. Fruchte*, in *Bot. Heft. Forsch. d. Bot. Garten z. Marburg.* 1887.

849. Wilhelm G., *Unters. ub. d. Samen d. Rothklees*, in *Fruhling's Landwirtsch. Zeit.* 1880.

850. Willy I., *The present position of fioral Biology*, in *Science progress.* 1895, Vol. IV.

851. — *Contrib. to the Naturhistory of the flowers*, in *Linn. Soc.* 1889, Vol. XXX.

852. Wilson G., *Variety of Colours of flower of Gentiana acaulis*, in *Gard Chron.* III.

853. Wittmack, *Purpurviolette Weizenkorner*, in *Vehrandl. d. 52 Versammlung deutsch. Naturf. Baden Baden* e *Bot. Zeit.* 1880, pag. 139.

854. Wittstein, *Vierteljahr. pract. Pharm.* II, 161.

855. Wogel H., *Ueb. d. Absorptionsspectra verschiedener Farbstoffe sowie üb. Anwendung derselben z. Entwickelung u. Verfalschungen*, in *Dingler Journ.*

856. Wolff, *Ueb. Hypericum roth*, in *Pharm. Centralbl.* XVI, *Ref. Bot. Centralbl.* LXIV, 1895.

857. Wollaston Ch., *Variegation in Plants an. attempt. to illustrate its cause*, in *Gard. Chron.* Dic. 1876.

858. Wood A., *The destruction of Chlorophyll. by oxidising enzymes*, in *Centralbl. f. Bacteriologie.* 1899.

859. Wortmann, *Bot. Zeit.* 1884, pag. 237.

860. Wulff, *The Bot. Beob. aus Spitzembergen.* Lund, 1902.

861. Zoebel, *Zusammenhang zwischen d. naturlichen Farbe u. d. Gebrauchswerde d. Cultursamen*, in *Bidermann's Centralbl. z. Agriculturchemie.* Jahrg. X.

862. Zopf W., *Ueb. d. Gerbstoff. u. d. Anthocyanbehälter d. Fumariaceen und einige andere Pflanzen*, in *Bibl. Botanica.* Cassel, 1886.

863. — *Zur physiol. Deutung d. Fumariaceen Behälter*, in *Ber. d. deutsch. bot. Ges.* 1891, Bd. IX.

864. — *Ueb. d. mikroch. Verhalten v. Fettfarbstoff. u. fettfarbstoffhaltigen Organen*, in *Zeitschr. f. Wissensch.* Mikro, Vol. VI, 1889.

865. — *Ueb. d. Einfluss. d. Boden auf d. Farbe d. Hortensia Blüthe*, in *Die Natur.* 1897, Bd. XLVI, pag. 318, 319.

866. Zwick C., *Ueb. d. Farbstoff. d. Orlean*, in *Arch. f. Pharm.*, pag. 238, 1900.

PARTE II. - GENERALITÀ E STORIA DELL'ARGOMENTO.

CAPITOLO I.

Generalità sui pigmenti vegetali.

Se si ammette con Thorthon Wharton che con 12 colori ben scelti si possono ottenere 479.001.600 tinte differenti, di leggeri si potrà comprendere come il regno vegetale, al quale la natura ha impartita così larga messe di colorazioni, rappresenti, dal punto di vista del poliformismo dei colori, un vero caleidoscopio, dalle sfumature e dalle combinazioni le più svariate ed originali.

Tanta ricchezza di tinte, se da un lato fa riuscir gradite le piante agli uomini dall'altra rende difficile, a chi si interessa delle produzioni del regno vegetale, un'esatta descrizione degli organismi e delle differenti parti degli stessi.

Non è quindi da meravigliarsi che un eminente chimico francese il Chevreul ed i maggiori micetologi, quali il Saccardo ed il Fries, il Winter ed il Dufour, abbiano fatto delle pazienti ricerche per poter formulare una nomenclatura dei colori vegetali ed animali la quale potesse servire di guida agli studiosi nella determinazione dei singoli colori e ponesse così termine al disordine linguistico che sotto questo punto di vista aveva dominato e domina tutt'ora nella letteratura scientifica ed in particolar modo nella botanica. [1]

Ma anche con una rigorosa applicazione dei dettami delle differenti cromatopsie [2] proposte, non si riesce sempre a risolvere il difficile problema della determinazione dei colori vegetali che attualmente ammontano, forse, a qualche centinaia, poichè questi, oltre che esser eminentemente variabili a seconda delle sfumature che possono presentare o delle svariate associazioni o sovrapposizioni cui vanno incontro,

---

[1] Per la determinazione dei colori gioverebbe anche assai l'apparecchio proposto recentemente dal Pillsbury. (V. *Bot. Gazette*, Bd. XIX, 1894.)

[2] Ottime cromatossie si hanno nella scala del Chevreul adottata dalla Società stenocromica di Parigi ed in quella del Saccardo.

sono ancora soggetti a notevoli mutazioni d'indole chimica dovute alla loro instabile costituzione molecolare.

Per dare una pallida idea della varietà di pigmenti vegetali, indicheremo qui le principali sostanze coloranti che fino ad ora vennero riscontrate nei differenti organismi appartenenti alle principali classi di piante.

Fra le sostanze più diffuse nei bacteri, troviamo la cianina di color bleu; la bacterioporporina (Van Lankester) che impartisce una tinta rossa al substrato in cui vegeta l'organismo; la sostanza verde di Engelmann e Van Thieghem, analoga probabilmente alla clorofilla; la lipocromina; la pioxantina e molte altre ancora.

Nei Funghi e nei Licheni, le ricerche di Bachmann, di Schneider e di altri autori, ci hanno pure svelati non pochi pigmenti, come ad esempio, la barbatina dell' *Usnea barbata*, il lipocromo, alcuni derivati dell'acido vulpianico, l'ematocròmo, la stictamina, la idrocarotina, l'aspergillina od ematina vegetale (Linosier), l'antoxanto, l'alizarina, ecc., di guisa che non meno di venti pigmenti contribuiscono a dar la varietà di tinte ben note che osserviamo in siffatte tallofite.

Nelle Alghe predominano in special modo la ficocianina, la palmellina che contiene del ferro, l'acido eritrinico, l'ematocromo, la ficoeritrina (Schütt), la diatomina, la rufina, (Garcin), la clororufina (Rostasinski), la peridinina, la ficopirina, la ficofeina, ecc.

Ancor poco studiati sono all'opposto i pigmenti dei muschi e delle crittogame superiori, i quali quasi sempre impregnano le membrane e sono quindi assai probabilmente da considerarsi come analoghi ai flobafeni.

Infine se noi risaliamo alle fanerogome, troviamo che in queste abbondano pure svariatissime sostanze coloranti, in parte disciolte nei sughi cellulari o fissate a speciali corpi (cromatofori, cloroplasti, cromogeni, ecc.) ed in parte intimamente commiste alle sostanze della membrana.

Lasciando da parte la clorofilla, perchè troppo a lungo ci porterebbe il trattare della sua costituzione e delle modificazioni che presenta, citeremo come assai importanti l'antocianina, la carotina, l'eziolina, i flobafeni (comprendenti una numerosa serie di sostanze derivate probabilmente dal tannino e diffuse per lo più nella membrana), il xilocromo, lo zafferano, l'orleans, l' ematossilina, l' alcannina, la clorocaulina, l'emodina, molti derivati dell'acido crisofanico, la berberidina, la tricosantina, la clororufina, il bleu di Berlino (Schrotter v. Kristelli), l' anchusina (Thompson), la buxina (Greshoff), la solanorubina, la rutina (Schmuck), la policroite (Stoddert), l'antofeina (Mobius), ecc.

Quest'ultima che sarebbe la sostanza colorante dei nettari stipolari e forse dei fiori di *Vicia Faba*, del *Delphinium triste* e di altre piante, ha una particolare importanza per noi inquantochè, sebbene affine alla antocianina, se ne distingue tuttavia tanto spettroscopicamente che chimicamente.

Di non poche fra le sostanze testè nominate venne data una formola chimica o per lo meno si è potuto stabilire l'affinità con altre sostanze ottenute in laboratorio (Metildioxilantrachinone), ma per la maggior parte, all'opposto, siamo ancora ben lungi dall'aver stabilita la costituzione essendo oltremodo difficile, se non addirittura impossibile, riuscire ad un'analisi di corpi che raramente cristallizzano. Quasi tutti gli autori si sono quindi unicamente preoccupati di stabilire il comportamento delle stesse di fronte agli acidi, agli alcali, alle sostanze ossidanti o riducenti, ai solventi, alla luce, alla temperatura e via dicendo, per stabilire di poi su questi dati, quanto mai empirici, una nomenclatura altrettanto impropria e provvisoria.

Neppure la spettroscopia è riuscita a portare un po' di luce sul complicato problema, di guisa che malgrado le molte analisi spettroscopiche, in specie dovute al Bachmann, al Niebelung e ad altri autori, non si son potuti ottenere risultati soddisfacenti, non avendo le linee d'assorbimento di ogni singola sostanza una posizione fissa (Lepel), ma variando a seconda dei mezzi in cui sta sciolta la sostanza, o della concentrazione di questa, o per altri fattori.

Emerge però, come fenomeno di un certo valore, il fatto che in alcuni organismi inferiori vennero riscontrate talune sostanze coloranti che hanno un'affinità, se non identità, con analoghi pigmenti propri delle piante superiori. Ricorderemo come tali la carotina, la clorofilla e l'antocianina.

La carotina fu di già rinvenuta nelle alghe, nei funghi e nei licheni e nei bacteri da più di un autore (Bachmann, Zopf, ecc.), la clorofilla oltre che nelle alghe venne pure con una certa sicurezza osservata nei bacteri, ed infine l'antocianina oltre che nelle crittogame superiori venne recentemente segnalata in una Coniugata (*Pleurodiscus di Trompsoe*) dal Lagerheim che ne diede le reazioni chimiche e segnalò anche il fatto, per noi importantissimo, che la stessa si trova commista al tannino, come d'ordinario avviene per l'antocianina delle piante superiori. E a questo proposito giova notare che l'associazione dei pigmenti a speciali corpi che funzionano da cromogeni o da substrato al pigmento, cosa frequentissima nelle piante superiori, è pure assai spesso reperibile nelle sostanze coloranti degli organismi inferiori (idrocarotina ed altri pigmenti).

Noi possiamo quindi dedurre che vi ha una certa impronta di parentela fra molte sostanze coloranti dei vegetali inferiori e quelle delle piante superiori, la quale affinità poi viene rivelata, oltrechè dalla costituzione chimica, anche dal comportamento fisiologico della sostanza rispetto all'organismo. Egli è noto infatti che nelle piante più elevate la funzione di molti pigmenti è strettamente collegata al potere che questi hanno di assorbire con differente energia le diverse radiazioni dello spettro, inquantochè le radiazioni solari assorbite vengono di poi utilizzate dalle cellule per l'esplicazione degli svariati processi chimici, che hanno luogo nel loro interno. Ora, stando alle recenti ricerche di Fischel, di Engelmann, di Dieudonné, di Scottelling, ecc., anche ai pigmenti dei bacteri, sarebbe devoluta la stessa proprietà, come lo prova il fatto che i pigmenti scompaiono quando all'organismo venga fornita sufficiente energia sotto forma di calore, mentre compaiono in tutta la loro intensità allorchè il vegetale trovasi nella necessità di decomporre delle sostanze altomolecolari, le quali perciò richiedono, per essere decomposte nei loro elementi più semplici, l'intervento di notevoli energie.

Un' eccezione apparente farebbero certi organismi colorati in rosso che vivono nelle acque termali ad alta temperatura (60 e più gradi). ma in questo caso, secondo le ricerche di uno di noi, tali organismi probabilmente, grazie al pigmento, si renderebbero permeabili alle radiazioni di minor lunghezza d'onda che sono anche squisitamente termiche, trovando essi nell'alta temperatura dell'ambiente sufficiente energia per l'attuazione dei complicati processi chimici che costituiscono la vita (per esempio, i Solfobacteri delle terme di Valdieri).

Noi possiamo quindi concludere col Bettini, che i pigmenti, siano questi presenti nei bacteri o derivino invece dall' attività delle piante superiori, non possono più essere considerati come produzioni di lusso, ma bensì come sostanze che faciliterebbero all'organismo il difficile compito della scissione degli alimenti, in lato senso, e ciò in rapporto col potere che hanno di fissare l' energia emanante dalla radiazione solare. Ma questo non è, a nostro modo di vedere, il solo compito dei pigmenti.

Ora che abbiamo passato in rapida rassegna i colori nei vegetali e cercato di mettere in evidenza le affinità che collegano alcuni di essi, noi ci soffermeremo solo a trattare di uno dei pigmenti più ampiamente diffuso nelle piante superiori, disciolto quasi sempre nel succo cellulare e conosciuto un po' impropriamente coi nomi di antocianina (Marquart), eritrofilla (Berzelius), cianina (Fremy e Cloez), crisofilla, ecc., poichè nè si trova esclusivamente nei fiori, nè presenta una colorazione costante, rossa o bleu. Per non ingenerare tuttavia confusione

e d'altra parte essendo noi poco proclivi a proclamare nuovi nomi, continueremo nel corso del presente lavoro a indicarlo col nome stato proposto dal Marquart, come quello più largamente accettato dai botanici, non senza tuttavia far rilevare, che è più opportuno parlare di " antocianine „ essendo probabilmente numerose le sostanze di natura antocianica. [1]

CAPITOLO II.

Le antocianine considerate in rapporto all'istologia.

Dai tempi di Mohl a venir mano mano fino ai giorni nostri l'antocianina fu studiata quasi sempre dal punto di vista della sua costituzione chimica e della sua funzione, mentre ben pochi autori si son dati la cura di analizzarla in rapporto all'istologia, studiando il modo con cui si forma nelle cellule, a quali composti è collegata e per quali processi involutivi essa vada scomparendo. Neppure gli studi del De Vries e dei suoi seguaci sulle cellule antocianiche, intesi ad investigare la pressione osmotica, hanno portato molta luce sulla istologia di tale sostanza.

La maggior parte degli autori, seguendo le idee del Vigand, ammette che l'antocianina si formi in seno ad un corpo di natura tannica e semisolido (cromogeno), mentre all'opposto non pochi ritengono che il pigmento si vada accumulando entro speciali vacuoli (Pfeffer). Solo il Passerini ebbe a segnalare la presenza della sorghina, pigmento probabilmente antocianico, negli spazi intercellulari, ma queste osservazioni, a nostro parere, meriterebbero di esser confermate.

Qualunque possa esser la sua origine, l'antocianina appare quasi sempre, come una sostanza di color rosso, violetto o bleu, di guisa che quando si incontrano, nelle cellule, dei sughi colorati altrimenti, si suole considerare gli stessi come costituiti da altre sostanze. Meritano tuttavia di esser considerate come eccezioni le sostanze tinte in giallastro, che si incontrano disciolte nelle cellule dei petali di alcuni *Chrysanthemum, Calliopsis, Dahlia*, ecc., poichè il Dennert, la Luisa Müller, che le hanno a fondo studiate, poterono rilevare la loro affinità colle

---

[1] Anche l'Overton e il Kuy sospettano che vi siano parecchie sorta di antocianine.

antocianine, la quale poi appare ancor più evidente, qualora si consideri che tali sostanze, anzichè in giallo, sono spesso tinte in rosso, più o meno carico. Lo stesso dicasi per molti esempi di cellule a succo giallastro stati messi in evidenza dallo Schimper. [1]

Il succo cellulare, od il cromogeno colorato dall' antocianina, si fissa quasi sempre nel centro della cellula, obbligando il protoplasta a portarsi alla periferia dell'elemento; solo nelle cellule fornite di papille (epidermidi fiorali) troviamo invece che, quasi costantemente, il colore occupa tutta quanta la papilla, mentre il citoplasma coi relativi inclusi prende posto verso il lato profondo dell'elemento. Una tale disposizione non è priva d'importanza poichè l'antocianina incuneata nella papilla può, grazie alla sua permeabilità per certe radiazioni termoluminose, trovarsi in grado di elevare la temperatura del sottoposto protoplasma. Tale sarebbe appunto l'idea di taluni osservatori, ma noi non possiamo accettare l' ipotesi dello Stahl che la papilla sia precisamente destinata a far deviare verso l'interno della cellula le radiazioni luminose che arrivano al tessuto in direzione obliqua; anzi lo schema dato da quest'autore per dimostrare il decorso dei raggi luminosi attraverso le papille non ci pare che corrisponda sempre al vero stato delle cose.

In un dato tessuto la colorazione non è sempre egualmente intensa dovunque, ma anzi talora si osserva che molte cellule dello stesso, benchè appaia uniformemente tinto, sono prive di colore o contengono un liquido quanto mai sbiadito.

È d' uopo poi ancora notare che la colorazione non mantiene sempre la stessa tinta, nè lo stesso tono in un dato elemento durante la evoluzione di questo, e qui basterà accennare ai fiori di talune Borraginee che cambiano di tinta invecchiando. Il mutamento di colore va ricercato in speciali processi di ossidazione o di riduzione (*Corylus*), o nel cambiamento di costituzione del succo cellulare, il quale da acido diventa neutro e poi magari alcalino. Sotto questo ultimo punto di vista particolarmente degni di menzione sono i fiori della *Ipomaea Learii*, inquantochè il succo cellulare degli elementi della corolla cambiano più volte di costituzione, il che determina successivi passaggi di colorazione dal rosso al bleu, poi al violetto ed infine di nuovo al rosso.

Non dobbiamo però confondere questi casi con altri in cui nelle cellule colorate da antocianina si vanno più tardi sviluppando dei cro-

---

[1] Il Prandt ritiene, in base ad alcune reazioni, che tali sostanze gialle disciolte, pure presenti in talune *Acacia*, *Linaria*, ecc., siano solo affini, ma non identiche all'antocianina e le denomina perciò antoclorine.

moplasti i quali colle loro tinte possono di poi far cambiare la colorazione primitiva all'organo.

È singolare però la circostanza che mentre furono segnalati in natura molti casi di cambiamenti di colore dell'antociano con passaggio dal rosso al bleu, nessun caso, per quanto noi sappiamo, è stato indicato di mutazione inversa di tinta.

La presenza dell'antocianina, disciolta nel succo o legata al cromogeno, pare che non sia senza influenza sulla forma delle cellule, ma una tale relazione non venne ancora ben messa in chiaro da alcun autore. Le cellule antocianiche possono essere più grosse o più piccole di quelle prive di colore ed oltre a ciò presentare delle pareti a decorso ondulato, cio che non si verifica nelle altre, o possono viceversa essere piane mentre quelle incolore si mostrano sinuose. Il Dennert, l'Hildebrandt, la L. Müller, il Dufour, l'Hassak e altri, segnalano molti esempi di questo genere (*Chrysanthemum carinatum*, *Ribes*, *Salpiglossis sinuata*, *Fuchsia coccinea*, *Saxifraga*, ecc.) senza tuttavia soffermarsi ad investigare se vi sia alcun rapporto tra il contenuto e la forma dell'elemento. [1]

L'antocianina non si trova soltanto allo stato amorfo o più o meno liquido nell'interno delle cellule, poichè dagli studi dell'Hildebrandt, Nägeli, Müller, risulta che molte volte nel succo cellulare colorato compaiono delle sferette più o meno numerose, le quali si presentano colorate in rosso (*Salvia*, *Aloe*), oppure in bleu più o meno carico (fiore *di Strelitzia*, *Tillandsia amoena*) od anche in violetto (*Gilia*, *Papaver*). Siffatti corpuscoli colorati, che per lo più sono dotati di movimenti browniani, non sempre presentano la stessa colorazione del succo in cui stanno immersi ed allora riesce alquanto difficile stabilire se gli stessi rappresentino dei granuli antocianici o non piuttosto siano dei veri cromoplasti. Specialmente quando si tratta di granulazioni colorate in giallo occorre procedere con molto cautela per dar un giudizio sulla vera natura loro.

La presenza nelle cellule di due o più pigmenti di diversa natura, oppure di un solo pigmento, colorato però in due modi diversi nei differenti elementi del tessuto, provoca per lo più la comparsa di speciali colorazioni, in specie brune, o grigie, che non hanno più nulla di comune colla tinta che è caratteristica dell'antocianina. Questo fenomeno, dovuto all'associazione di tinte, che già venne rilevato dal Dennert, dall' Hilde-

---

[1] Quando un determinato organo (corolla ad es.) presenta diversa colorazione in due specie fra loro affini si osserva spesso che le cellule dello stesso sono pure diversamente conformate nei due tipi. Il fenomeno appare evidentissimo se si confrontano fra loro il *Ribes aureum* e il *Ribes sanguineum*.

brandt e da altri autori, appare molto manifesto nella *Vicia Faba* e nella *Viola Tricolor.* Noi dobbiamo tuttavia distinguere questo caso da quello in cui la peculiare colorazione è dovuta non più a due o più colori elementari presenti in una data cellula, ma bensì a strati cellulari sovrapposti, contenenti pigmenti diversamente colorati, come si verifica nel *Muscari comosum.*

Fra le produzioni di dubbia natura antocianica più singolari, dobbiamo ricordare quella che il Böhm ha segnalato nei frutti bleu di talune Passifloracee. Tali corpuscoli di forma assai spesso bitorzoluta od anche di druse, e circondati talora da uno strato di aghi cristallini, dovuti a precipitazione della stessa sostanza colorante, sono a differenza di quanto finora si conosce sull' antocianina, avvolti da una membrana speciale più o meno grossa e prodotta dall'attività del protoplasto che attornia le masse colorate.

Il Böhm non ha date sufficienti indicazioni che valgano a stabilire la natura dell' involucro, ma, a quanto pare, esso sarebbe analogo alla membrana che uno di noi ha scoperto formarsi attorno ai granuli di amido, ciò che sarebbe avvalorato dalla circostanza che la membrana periantocianica comincia ad apparire allorchè la cellula è divenuta vecchia. Il Böhm ritiene erroneamente che tali formazioni rappresentino delle cellule incluse in altre. [1] Le reazioni che ci ha date quest'autore non concordano tutte quante con quelle che son proprie dell'antocianina e quindi la questione è ancora *sub judice* se realmente nelle *Passiflora* si abbia antocianina bleu o qualche altra sostanza affine. Va notato però che il pigmento della Passiflora, come quello antocianico, è facilmente ossidabile (V. Capitolo XII) e con grande rapidità cambia quindi di colore, passando dal violetto al bleu.

La presenza dei cristalli alla periferia degli ammassi colorati sopra descritti, ci porta ad accennare a quei casi in cui nel sugo cellulare colorato dall'antociano compaiono pure dei cristalli di questa sostanza. Esempi di questo genere sono stati indicati nel *Delphinium.* Il Krömer, che ha studiato in modo particolare i cristalli violetti del frutto di caffè, erroneamente dallo Tschirch ritenuti per plastidi, afferma che si trovano disseminati in un succo rossastro e che cambiano di colore coll'ammoniaca, comportandosi così in tutto e per tutto analogamente al succo in cui giacciono immersi e dal quale derivano probabilmente in seguito ad una eccessiva concentrazione del pigmento stesso.

---

[1] Anche il Rostafinski ha visto formarsi una membrana attorno alle masse globose di antociano dei peduncoli fogliari e delle radici di *Desmanthus.*

L'antocianina, come si disse, è per lo più disciolta nel succo cellulare, ma non sono rari i casi in cui essa trovasi localizzata nelle membrane delle cellule stesse, come venne dal Dennert segnalato pel collenchima di *Homalonema*. Molto spesso poi la stessa sostanza, dopo la morte della cellula, emigra dal protoplasma fissandosi parimenti di preferenza sulle membrane delle cellule circostanti, od anche impregnando il nucleo ed i plastidi. Il primo fenomeno si verifica con abbastanza frequenza nel culmo delle graminacee, secondo il Kraus, nello spermoderma di molte angiosperme, secondo il Curtel, ed infine nel collenchima del picciuolo fogliare di *Homalonema*, secondo il Nägeli. Non occorre però aggiungere che nei casi di impregnazione della membrana riesce molto difficile stabilire se il pigmento sia di natura antocianica o piuttosto appartenga alla classe dei flobafeni e noi più avanti avremo occasione di stabilire alcuni dati atti a portare un po' di luce su questa complessa questione.

Dobbiamo finalmente ancora accennare che l'antocianina venne pure riscontrata nelle cellule incolore dei fiori bianchi di molte specie (Schubler e Franck); ma noi non esitiamo a ritenere che in questi casi, l'arrossamento che si verificava trattando i tessuti con H Cl fosse dovuto ad altre sostanze.

CAPITOLO III.

Distribuzione delle Antocianine nei differenti tessuti ed organi delle piante.

Non è nostra intenzione passare qui in rassegna tutti quanti i principali lavori che si sono pubblicati sulla distribuzione dell'antocianina nei vari tessuti e nei differenti membri della pianta, poichè un tale compito, oltrechè riuscire di poca utilità, ben difficilmente potrebbe considerarsi come completo, essendo la relativa letteratura dispersa nei più svariati trattati ed opuscoli di botanica scientifica, di agraria, di floricoltura, di frutticoltura e via dicendo.

Noi ci soffermeremo pertanto a trattare unicamente di quei lavori che hanno un particolare interesse scientifico, o possono avere attinenza colle nostre ricerche.

Innanzi tutto reputiamo opportuno accennare alle recenti osservazioni di Grace Schmit, le quali più che anatomiche sono d'indole morfologica.

Questi si occupò della distribuzione dell'antocianina nelle varie parti della pianta, tenendo conto però delle principali condizioni di esistenza cui questa si trovava sottoposta. Su 126 specie di piante colorate ebbe ad osservare che 102 erano rosse nell'estate, le altre invece si presentavano tali nelle altre stagioni; inoltre per quanto riguarda la distribuzione della sostanza colorante, trovò che questa si presenta

nella	proporzione	del	75 $^0/_0$	nel caule
„	„	„	49,1 $^0/_0$	nel picciuolo fogliare
„	„	„	25 $^0/_0$	nelle foglie (lembo)
„	„	„	26 $^0/_0$	nella nervatura fogliare,

per cui concluse che il caule è l'organo che più di frequente appare colorato dall'antocianina. La colorazione poi dello stesso appare per lo più alla base nella proporzione del 14 $^0/_0$ e nei nodi (10,9 $^0/_0$), mentre assai più di rado mostrasi all'apice.

Colla scorta di dati statistici l'A. mette pure in chiaro la grande influenza che presenta la luce nel provocare la colorazione sia nel caule che nelle foglie.

Grace Schmit si sofferma a studiare in particolar modo la distribuzione dell'antocianina nel lembo fogliare e viene alla conclusione che per lo più tale sostanza trovasi diffusa ovunque, o localizzata ai margini, mentre più di rado riscontrasi alla base e agli apici.

Un particolare interesse hanno le osservazioni intese a dimostrare quali condizioni esterne favoriscano maggiormente, od all'opposto intralcino la comparsa dell'antocianina ed a tal proposito l'A. fa notare che su 285 piante antocianiche

56 $^0/_0$	erano	cresciute	in	siti	secchi	e soleggiati
21 $^0/_0$	„	„	„	„	„	ombrosi
14 $^0/_0$	„	„	„	umidi	„	soleggiati
12 $^0/_0$	„	„	„	„	„	ombrosi.

Anche l'influenza della stagione fu presa in esame dallo Schmit che potè constatare come su 116 piante colorate, 54 perdono parzialmente il colore a primavera inoltrata, mentre 34 lo conservano immutato e 28 aumentano la colorazione coll'avvicinarsi dell'estate. Fra le parti che perdono il colore d'estate meritano d'esser ricordate innanzi tutto le foglie come quelle che sono più soggette allo scoloramento.

Per ultimo Grace Schmit si occupò anche della sede del colore e venne alla conclusione che l'epidermide è il tessuto che più frequentemente si colora, poi vengono gli strati più superficiali della corteccia o del mesofillo.

Questi studi che confermano, entro certi limiti, le ricerche eseguite alcuni anni or sono dal Berthold su un gran numero di piante, portano l'A. a stabilire che i cambiamenti di colorazione nelle piante sono causati da mutamenti che avvengono nelle condizioni esterne (passaggi dal secco all'umido o viceversa, dal freddo al caldo, ecc.) e che nessuna delle teorie fino ad ora state proposte per spiegare l'origine e la diffusione dell'antocianina si presta ad illustrare i singoli casi. L'A. ha preso specialmente in considerazione le teorie dello Stahl, del Pick, dell'Overton e del Kerner von Marilaun.

Le idee di Grace Schmit sulla frequenza dell'antocianina nell'epidermide erano già state lungamente prima esposte dal Kraus, il quale però avendo osservato che questo tessuto è quasi sempre incapace di assimilare, venne alla conclusione che il medesimo non dovrebbe possedere la facoltà di formare il pigmento in questione, ma soltanto quella di poter immagazzinare le sostanze cromogeniche che gli arrivano da altri elementi. L'A. fece inoltre osservare che la poca attività delle cellule epidermiche è la causa precipua per cui le sostanze coloranti vengono quivi a stabilirsi, inquantochè un attivo ricambio da una parte ostacola l'insediamento e dall'altra favorisce l'emigrazione dell'antocianina. [1]

Abbastanza estesa è la letteratura concernente la localizzazione dell'antocianina nel caule. Fra i più importanti studi ci limiteremo a segnalare quelli di Soltwedel sul *Saccharum*, quelli del Niederstadt sulla sostanza violetta dei laticiferi delle Musacee, la quale però è ancor dubbio se appartenga alle antocianine, quelli del Montemartini sul *Polygonum Sieboldi* che segnalò la presenza dell'antocianina attorno agli stomi sovrastanti alle aree del parenchima corticale clorofilliano, quelli di Levi Morenos sulla comparsa del pigmento nell'epidermide dei vecchi internodi di *Scabiosa,* quelli di Zopf sui serbatoi tannici delle Fumariacee ed infine quelli di Pick intesi pure a lor volta a dimostrare sia che l'antocianina predilige le cellule epidermiche e gli strati superficiali del caule perchè ivi è più frequente la localizzazione del tannino, e

---

[1] Abbastanza singolare è il fatto che le piante fornite di un'epidermide ricca di peli per lo più non hanno antocianina. Parrebbe quindi che la presenza di peli atti a difendere i tessuti sottostanti da una radiazione troppo intensa renda inutile la formazione del pigmento.

sia ancora che la comparsa del pigmento in certi cauli è in relazione colla loro poco energica attività assimilatrice *(Polygonum Fagopyrum).*

Inoltre il Berthold, l'Hassark ed altri autori hanno rilevato come l'antocianina si incontra frequentemente attorno ai cordoni di collenchima o nei cordoni stessi (Squame di Begonie. V. in proposito anche il lavoro di Majeffscki). Quando il pigmento occupa le cellule fiancheggianti il collenchima queste hanno assai spesso forma e struttura differente dai circostanti elementi e sono per lo più prive di clorofilla. Vedremo a suo tempo l'importanza che possono aver tali osservazioni quando verranno collegate coi dati che ci hanno offerti gli studi del Kohl, dello Strasburger, del Giltay, del Müller, del Mechange, del Cohn, dell'Ambrom e del Van Wisseling sulla costituzione del collenchima stesso.

Ben poche nozioni si hanno sulla distribuzione dell'antocianina nelle radici. L'argomento fu studiato dal Pirotta (radici di *Echeveria metallica*), dall'Ascherson (radici di *Pontedera*, Ciperaceae, Hemodoraceae) e dal Levi Morenos il quale si vale appunto della presenza della sostanza colorante nelle radici per dimostrare, a nostro parere forse un poco affrettatamente, che la luce non torna necessaria alla comparsa del pigmento.

Molto numerose all'opposto sono le osservazioni che possediamo sulle foglie, le cui varietà di colorazione hanno dovuto certamente attirare in ogni tempo l'attenzione degli studiosi. Chi volesse farsi un'idea adeguata delle splendide tinte che ornano il fogliame, in specie di molte piante da serra o delle regioni tropicali, potrebbe consultare con profitto la monografia del Naudin o quella del Lowe-Howard, ed in specie quest'ultima, per la fedeltà con cui son riportate dal vero tutte le più leggere sfumature nella tinta di moltissime foglie di piante appartenenti alle più disparate famiglie.

Sfogliando la iconografia di Lowe-Howard appare manifesto come molte foglie presentano una colorazione antocianica solo nei tratti in cui manca la clorofilla (nervatura, margine fogliare di *Tussilago*, parte centrale del lembo di *Hedera, Caladium, Sedum Sieboldi*, ecc.) oppure al limite tra la regione biancastra, priva cioè di clorofilla e quella colorata in verde (*Pelargonium zonatum*), o infine nei punti in cui i granuli di clorofilla sono meno abbondanti che altrove (*Telizanthera*), ciò che concorda abbastanza bene con alcuni dati che ci ha offerto in proposito l'Hassack.

Anche Alice Rodriguez, che ha fatto un lungo studio comparativo delle foglie variegate, argentate ed antocianiche, arrivò alla conclusione che la colorazione rossa si stabilisce spesso nelle parti incolore (*Oplismenus*) ed anzi variegatura e colorazione antocianica sono due

fenomeni che frequentemente si trovano associati. L'Alice Rodriguez osservò poi ancora che la presenza dell'antocianina nelle cellule del palizzata e dell'epidermide può, in più di un caso, andar unita a modificazioni di forma e di struttura di questi tessuti al punto che gli elementi del palizzata possono assumere quasi la forma di quelli che costituiscono il tessuto lacunoso della foglia e le cellule dell'epidermide impregnate di pigmento possono acquistare un volume maggiore di quelle circostanti contenenti solo clorofilla. Vi sarebbe poi anche una certa analogia tra i cambiamenti strutturali che si osservano nella variegatura e quelli che si incontrano nei tessuti immagazzinanti l'antocianina.

Sotto un altro punto di vista l'argomento della colorazione fogliare fu pure studiato dall'Hassach che si occupò specialmente della distribuzione del colore. Quest'autore ha trovato che l'antocianina può essere localizzata o nell'epidermide o nel sottostante parenchima o nei due tessuti ad un tempo. Talora però vide il pigmento localizzato esclusivamente nella nervatura, o nei peli. Nei casi in cui l'antocianina occupa il mesofillo l'A. fece osservare come la stessa mostri spiccata tendenza ad invadere soltanto gli strati più superficiali. Eccezione a questa regola fanno tuttavia taluni *Coleus*, la *Alternanthera* e qualche altra specie.

L'Antony ed il Levi Morenos si occuparono pure della distribuzione dell' antocianina delle foglie, studiando però in special modo il rapporto della stessa cogli stomi.

Il primo rivolse la sua attenzione ai *Chimonanthus*, il secondo studiò i *Sedum* venendo alla conclusione che nel *S. album* gli apparati stomatici sono circondati da una specie di guaina di cellule antocianiche. Al Levi Morenos spettano pure alcuni dati sia sulle foglie del *Hieracium pilosella* in cui, a quanto pare, il pigmento si forma all'autunno per scomparire di poi per sempre nella primavera seguente, sia sulla comparsa dell'antocianina in taluni tricomi fogliari dai quali poi il pigmento si diffonderebbe nelle circostanti cellule epidermiche, ciò che secondo il nostro modo di vedere meriterebbe di essere ulteriormente confermato.

Grandissima importanza hanno, a nostro parere, dal punto di vista che ci interessa, le ricerche di Jonson che segnalò la presenza di strati antocianici al disotto o nello spessore stesso del tessuto acquifero della foglia di *Peperonia, Begonia, Achyranthes* e di altre piante xerofite. Il Jonson però non è arrivato a comprendere quale sia la causa di tale localizzazione e quale nesso possono avere i tessuti acquiferi colle cellule.antocianiche, ma però afferma che colla teoria dello

Stahl non si può spiegare una così singolare distribuzione del pigmento. Non è improbabile, dice l'A. che l'antociano in questi casi costituisca una difesa delle cellule dotate di scarso potere di assimilazione.

Infine per completare queste note sull'anatomia fogliare studiata in rapporto coi pigmenti, ricorderemo ancora i lavori di Böhm sulla colorazione dell'epidermide inferiore delle foglie, quelli del Pick sulla distribuzione del pigmento nel picciuolo e nelle differenti foglie di *Ricinus*, quelli di Mer sulla colorazione autunnale dei *Cyssus*, *Mahonia* e quelli di Morren, Vogel, Haberlandt e Tempel.

Passando ora ai fiori troviamo tre lavori particolarmente degni di menzione, quello di Luisa Müller, quello di Hildebrandt e quello di Dennert.

Del classico lavoro di Luisa Müller noi crediamo opportuno di segnalare unicamente i seguenti risultati, per l'attinenza che essi presentano colle nostre osservazioni.

Nei fiori, i quali grazie all'ispessita cuticola, alle papille, alla scarsità di stomi, son quasi sempre costituiti in modo da ridurre grandemente la traspirazione ed in pari tempo abbondano di liquidi mercè la presenza di un tessuto acquifero, l'antocianina è per lo più localizzata nell'epidermide superiore, o nell'inferiore (*Allium*) o in entrambe (*Amaryllis*). Solo in qualche raro caso il pigmento si trova nel parenchima delle foglie fiorali (*Anemone*, *Anchusa*). L'antocianina è per lo più accompagnata da sostanze tanniche e da zuccheri [1] da cui probabilmente deriva. Qualche volta si osserva una certa dipendenza tra la sede degli stomi e la localizzazione dell'antocianina (*Magnolia*), come pure tra questa sostanza e la presenza delle papille nelle cellule epidermiche, ma qui giova ricordare che essendo molti i casi in cui le cellule epidermiche sono sfornite di papille, mentre si presentano intensamente colorate, oppure mostransi incolore e pur tuttavia sono papilliformi o coniche, una conclusione certa non si può trarre fino a che non si avranno fatti studi più accurati in proposito.

La Luisa Müller essendosi occupata anche dell'origine dell'antocianina riuscì a dimostrare che qualche volta questa sostanza si va organizzando gradatamente nel boccio, il che riesce facile a rilevarsi nel fiore dell'*Acantholinum venustum* le cui cellule presentano dei vacuoli che a poco a poco si vanno colorando.

Quasi agli stessi risultati è giunto Hildebrandt per ciò che riguarda la distribuzione del colore e lo stesso pure può dirsi per le osserva-

[1] La frequenza degli zuccheri nel fiore era già stata segnalata dal Boussingault e dal Filhol.

zioni di Dennert, il quale poi fece rilevare come assai spesso l'antocianina, nei fiori, accompagni le nervature od anche i cordoni di collenchima (*Homalonema*). Particolarmente interessante è l'osservazione di quest'autore che l'antocianina prediliga, nei fiori, i tessuti superficiali, la carotina quelli profondi, [1] tanto che la presenza di sostanze giallastre disciolte nel succo cellulare dell'epidermide indicherebbe che queste sono di natura antocianica.

Chi desiderasse maggiori ragguagli sulla costituzione del fiore in rapporto coll'antocianina potrebbe ancora consultare i lavori di Gaucher e di Mehan, ma in specie quelli di Schnetzler essendosi questo occupato principalmente dell'evoluzione dell'antocianina nelle differenti foglie fiorali.

Finalmente per ciò che concerne l'antocianina nei frutti e nei semi, essendo troppo incompleti e di poco momento i dati che possediamo, segnaleremo soltanto che su quest'argomento hanno lavorato il Lampe, il Pick, il Lubbok, il Bunyard, il Ludwig, il Senebier, il Nobbe ed il Claudel. I lavori di questi due ultimi autori hanno di mira la distribuzione dei pigmenti nei semi, ma noi non possiamo far a meno di notare che ad ulteriori studi spetta il decidere in quali tegumenti seminali esistano dei pigmenti di natura realmente antocianica ed in quali dei flobafeni.

CAPITOLO IV.

Costituzione chimica delle antocianine.

Le nozioni chimiche che possediamo sull'ingente numero di sostanze coloranti vegetali sono ancor molto incomplete, non essendo i chimici, come è stato detto sopra, riusciti ad isolarle, salvo alcune eccezioni, allo stato cristallizzato e puro, di guisa che le formule che si hanno per molte di esse devono esser considerate per la massima parte incomplete od errate.

Dall'esame però dei dati che già vennero assicurati al dominio della scienza risulta evidente che fra molti pigmenti vegetali esiste un certo nesso, quasi un'impronta di parentela la quale dimostra come nelle

[1] Il fenomeno era già stato segnalato dal Filhol, ma in modo molto sommario.

piante il fenomeno, diremo così, della permeabilità, per certe radiazioni luminose di determinata lunghezza d'onda, sia collegato ad una speciale costituzione chimica. Infatti un certo numero di sostanze coloranti vegetali deriva dai tannini o da corpi affini a questi (Glucosidi), da gruppi fenolici e via dicendo, ed anzi, si potrebbe affermare che gran parte dei pigmenti delle piante appartengono alla serie aromatica. Il che tenderebbe a dimostrare che per la comparsa delle colorazioni in questione sia indispensabile, o quasi, un aggruppamento, in catena chiusa, degli atomi, di guisa che alla stereo-chimica è riservato, forse, il compito di interpretare le differenti colorazioni. Noi vedremo però parlando degli indicatori, come il fenomeno possa spiegarsi talora anche altrimenti.

In tempi abbastanza recenti alcuni autori si sono in particolar modo preoccupati di formulare una teoria chimica che potesse servir di guida nell'interpretazione del fenomeno delle colorazioni, in generale, e noi crediamo quindi prezzo dell'opera, di riportare qui quelle osservazioni che possono aver attinenza coll'antocianina.

Secondo il Witt, gli idrocarburi, incolori per loro natura, acquisterebbero le proprietà coloranti per l'introduzione, nelle molecole, di certi gruppi di atomi denominati *cromogeni*[1] o *cromofori* e colorati per l'introduzione di altri gruppi acidi o basici (rispettivamente elettronegativi ed elettropositivi) detti *salificabili* od *auxocromi*. Vi sarebbero però delle eccezioni a questa regola e la carotina ne è uno degli esempi più classici.

Un po' diversa è l'ipotesi dell'Hartley, del Gruss e del Schutze: avendo questi osservato che l'introduzione di gruppi molecolari determinati (CH_3, C_2H_5 ecc.) nelle sostanze coloranti sposta lo spettro di assorbimento delle stesse da un lato, cioè verso il rosso o verso il violetto, tentarono di spiegare il problema della colorazione colla presenza di questi gruppi.

I gruppi che conferiscono alle sostanze organiche le proprietà coloranti appartengono alla classe dei radicali incompleti e sono quindi capaci di fissare dell'idrogeno, ma avvenuta la saturazione si verifica la scomparsa del colore. Egli è dovuto a questo fatto la singolare proprietà che presenta l'idrogeno nascente di scolorare la combinazione colorata del carbonio; il che, come vedremo in seguito, ha un'importanza grandissima per la soluzione di certi problemi relativi al comportamento della antocianina.

---

[1] Non intendiamo qui di parlare del cromogeno di Wigand, il quale costituisce un'entità di natura istologica anzichè chimica. (V. in proposito il capitolo II: l'antocianina considerata dal punto di vista istologico.)

I corpi scolorati che derivano dall'azione dell'H (o di altri agenti riduttori) prendono il nome di *leucobasi* (cromogeno del Wigand?) e questi presentano spiccata la proprietà di colorarsi nuovamente quando vengono ossidati.

Entro certi limiti la natura del colore è collegata al peso molecolare della sostanza su cui è fissato; così in tesi generale si può affermare che le sostanze coloranti gialle hanno un peso molecolare meno elevato in confronto di quelle violette o rosse.

I risultati cui è giunta la moderna chimica colle ricerche sui composti colorati, i quali risultati sono in gran parte dovuti agli studi classici di Nietzki, si mostrano, a nostro modo di vedere, in gran parte applicabili all'antocianina la quale deriva appunto da quelle sostanze che più comunemente si presentano colorate (tannini), ha reazioni acide (Fremy, Overton) come lo dimostra il suo comportamento colla caffeina, colla calce e colla barite ecc., ed infine deve la sua tinta indubbiamente a processi di ossidazione, mentre si scolora coi mezzi riducenti, a partire da quelli più energici quale è l'idrogeno allo stato nascente e l'acido solforoso per venir giù mano mano sino all'alcool. Si può poi ancora aggiungere che, come avviene in molte altre sostanze coloranti, la scolorazione dovuta all'azione dei riducenti viene nuovamente sostituita dalla colorazione allorchè si fa intervenire l'azione dell'ossigeno o degli ossidanti in genere, salvo naturalmente il caso che il riduttore abbia agito troppo a lungo o troppo intensamente. [1]

Premesse queste considerazioni, d'indole teorica, sulla antocianina, ci rimane a studiare questa sostanza sotto il punto di vista dell'analisi chimica.

L'antocianina è un corpo poco solubile in acqua fredda, abbastanza solubile invece nell'acqua calda od acidulata e nell'alcool, insolubile nell'etere. Essa arrossa cogli acidi ed assume una tinta verde bluastra colle sostanze alcaline (Fremy), mentre poi si scolora sotto l'azione delle temperature piuttosto alte o degli agenti riduttori.

Il Weigert crede di poter distinguere due sorte di sostanze antocianiche. Al primo gruppo appartengono quelle sostanze che danno dei precipitati grigio bleu o verde bleu coll'acetato di piombo ed addimostrano la reazione dell'Erdmann. Questo gruppo sarebbe rappresentato dall'antocianina della vite, del *Rhus*, del *Cornus* e di altri vegetali. Al secondo gruppo vanno riportate invece quelle sostanze che non danno la reazione dell'Erdmann, precipitano in rosso coll'acetato di piombo e

[1] Un eccesso di ossigeno torna però a scolorare il pigmento, come ebbe a dimostrare il Pfeffer per l'antocianina della *Tradescantia*.

si colorano infine in violetto cupo coll' H Cl a freddo. Questa categoria comprende l'antocianina della *Beta* della *Phytolacca*, dell'*Amaranthus*, dell'*Achyranthes* e di qualche altra pianta.

Anche il Freda ebbe a segnalare nei fiori di *Hidrangea hortensis* due sorte di antocianine, ciascuna delle quali reagirebbe in modo speciale all'analisi spettroscopica, all'azione dell'alcool, dell'acido valerianico ed acetico, della potassa e dell'ammoniaca, ma noi riteniamo col Filhol che ulteriori osservazioni faranno giustizia di queste asserzioni, probabilmente dovute ad analisi non rigorose che hanno quindi portato a confondere coll'antocianina talune sostanze a questa commiste. [1]

L'antocianina ha una strettissima affinità, come vedremo più dettagliatamente fra poco, coi tannoidi e lo dimostra il fatto che trattata con sostanze alcaline dà dei corpi di natura flobafenica (Weigert). Le ricerche di Bayer tenderebbero a dimostrare che essa deriva dall'ossidazione dell'ossibenzol e di acidi vegetali con contemporanea eliminazione di acqua.

Allo stesso risultato è giunto il Kraus dopo di aver posto in evidenza l'intimo nesso che esiste tra la formazione dell'antocianina nelle squame di cipolle e la comparsa dell'ossalato di calce e della pirocatechina nelle stesse.

Come ultima proprietà dell'antocianina, per considerare solo le sue principali caratteristiche, si può ancora notare che essa è un corpo facilmente ossidabile.

Vari sono i metodi proposti per estrarre l'antocianina dai fiori o dalle bacche colorate, ma noi segnaleremo qui solo i principali. Ottimo, è quello di Fremy e Cloetz che consiste nell'estrarre innanzi tutto il pigmento per mezzo dell'alcool bollente, avendosi cura tuttavia di non lasciar troppo a lungo il reattivo a contatto del pigmento perchè questo finisce per scolorarsi od assumere una tinta gialla. Ottenuta l'estrazione si evapora l'alcool e quindi si tratta il prodotto residuo coll'acqua onde separare le sostanze resinose e grasse. La soluzione acquosa di antocianina viene in seguito precipitata per mezzo dell'acetato neutro di piombo. Il precipitato che così si ottiene, di colore verde, può esser di poi lavato coll'acqua e coll'acido solfidrico. La materia colorante resta disciolta nell'acqua ed allora non occorre che evaporare questa con cautela a bagno maria, riprendere il residuo coll'alcol ed infine precipitarlo di nuovo coll'etere per ottenere l'antocianina allo stato di pulviscolo amorfo, di un bel color bleu, che secondo l'Husemann sarebbe molto igroscopico.

---

[1] Ad esempio il color verde che si ottiene pel trattamento cogli alcali è dovuto alla presenza di tannino.

Il Berzelius, il Wittstein ed altri autori hanno usato un metodo pressochè identico, solo sostituirono all'etere l'acido acetico.

Un altro metodo è stato recentemente proposto dal Carpenè per l'estrazione dell'antocianina dalle bacche dell'uva (enocianina). Esso consiste nella separazione del pigmento per mezzo della dialisi.

Grazie a questi differenti metodi di estrazione alcuni autori sono riusciti a far un'analisi abbastanza completa di talune antocianine estraibili con facilità ed in copia, come quella delle bacche di uva, la cui formola sarebbe: $C_{10} H_{10} O_5$.

Noi dobbiamo però considerare che l'antocianina non è un composto fisso, ben determinato, ma che all'opposto nelle differenti piante esistono differenti antocianine, tanto che per alcune di esse si è dovuto ricorrere a nomi speciali come la *Hypericum roth* di Wolff, l'acido cissico del *Cyssus* e delle *Fragaria* (Wittstein), la *ligulina* di Nickly [1] e di Reisch [2] la sostanza rossa della barbabietola, l'anchusina dalla formola $C_{38} H_{40} O_8$ e la sostanza colorante dell'*Arum*, dell'*Adonis*, del *Delphinium* (Marquart).

Tutte queste differenti sfumature nella costituzione del pigmento, le quali ci portano quasi insensibilmente a pigmenti più altamente differenziati quali i flobafeni, le antofeine, i pigmenti delle Peonie ecc. rendono assai spesso difficile all'istologo, in specie quando disponga di poco materiale per la sua osservazione, di stabilire se in un dato caso abbia a fare con sostanze coloranti di natura antocianina o di altra costituzione.

Di fronte alla mancanza di analisi rigorose noi crediamo utile, dal punto di vista puramente istologico, di segnalare qui le caratteristiche più essenziali che si dovrebbero tenere in considerazione per istabilire la natura antocianica di un dato pigmento.

a) Colorazione del pigmento. — Prendendo per base la seguente classificazione delle sostanze coloranti vegetali proposta da De Candoll, Schubler e Funk:

Serie xantica.	Verde	*Serie cianica.*
Giallo verde		Bleu verdastro
Giallo		Bleu
Giallo aranciato		Bleu violetto
Aranciato		Violetto
Aranciato, rosso,		Violetto, rosso.

[1] *Journ. Pharm.*, XXXV.

[2] *Jahrb. Pharm.*, XVI.

si può già stabilire che, salvo poche eccezioni, appartengono alle sostanze antocianiche solo quei pigmenti che fanno parte della serie cianica.

*b) **Reazione cogli acidi e cogli alcali.*** — Le antocianine tipiche si colorano in rosso cogli acidi, in bleu violetto colle sostanze alcaline.[1] Questo peculiare comportamento ha una certa importanza come carattere diagnostico, poichè la maggior parte delle sostanze affini all'antocianina si comportano per lo più in modo differente. Basterà ricordare che l'antofeina si scolora colla potassa, che molte sostanze della serie xantica diventano bleu o rosso violette coll' $H_2 S O_4$ e se rosse assumono una tinta gialla, mentre poi altri pigmenti rossi non mutano di colore colle basi alcaline (pigmenti dell'Aloe).

*c) **Distribuzione del pigmento nelle cellule e suoi rapporti con altre sostanze in queste contenute.*** — L'antocianina, grazie alla facoltà che possiede di sciogliersi nell' acqua, in specie se acidulata, o di unirsi ai composti tannici, trovasi pressochè sempre diffusa nel succo cellulare o fissata al cromogeno di Wigand. Questo dato ci permette di separare dall'antocianina le sostanze le quali sono incorporate ai cromoplasti, come quelle della serie xantica, o sono fissate a masse oleose o grasse come i pigmenti dell'Arillo della *Ravenala* e dell'*Afzelia* studiati da V. Kristelli. Gli speciali trattamenti che abbisogna impiegare per estrarre queste sostanze ci confermano nel nostro asserto ed a suo sostegno sta pure il fatto che per lo più le sostanze che si fissano facilmente sui grassi hanno poca tendenza a sciogliersi, come fa l'antocianina, nell'acqua. Infine per ciò che ha riguardo alle sostanze impregnanti le membrane, noi riteniamo che le stesse sebbene presentino molte volte una certa affinità od anche quasi un'identità colle sostanze antocianiche, almeno per quanto concerne il loro grossolano comportamento di fronte alle reazioni microchimiche, debbono pur tuttavia, sia per ragioni di opportunità che per la loro attinenza coi flobafeni, esser staccate dal gruppo dell'antocianina Noi potremo però considerarle come antocianine nel caso in cui lo studio dell'evoluzione dell'organo ci abbia permesso di seguire il loro passaggio, in vita o dopo morte, dal sugo cellulare o dal cromogeno alle pareti della cellula, come pare si verifichi per i pigmenti del culmo di talune Graminacee e di quelli contenuti nelle membrane collenchimatose dell' *Homalonema*.

Se si circoscrivono in siffatta guisa le proprietà fisico-chimiche e l'area di distribuzione dell' antocianina riescirà abbastanza facile allo

[1] Il Vogel fa però osservare a questo riguardo che su 38 fiori bleu, 28 mostravano reazione debolmente acida.

studioso di rilevare con una certa sicurezza la presenza del pigmento nelle più svariate specie di piante, anche quando abbia poco materiale di studio a sua disposizione. Il nostro metodo diagnostico è invero alquanto empirico, ma si presta assai bene nello stato attuale della scienza in cui non abbiamo che scarse ed incomplete cognizioni su un gruppo di sostanze così complesso qual è quello dei pigmenti vegetali.

Ed ora che abbiamo stabilito, per quanto ce lo permettono i dati chimici, la costituzione dell' antocianina esporremo qui alcune nostre particolari considerazioni sul probabile stato molecolare in cui tale pigmento deve trovarsi nei tessuti.

Le recenti ricerche dell'Arrhenius e dell' Ostwald sulla dissociazione dei joni, le quali hanno gettato una luce nuovissima e quasi inaspettata sulla costituzione molecolare di non pochi corpi ed in specie degli elottroliti, porterebbero a ritenere che nelle soluzioni, in specie se diluite, gli elementi, o gruppi, elettro-positivi ed elettro-negativi costituenti un dato corpo non si trovano intimamente uniti per formare la molecola del medesimo, ma bensì stanno dissociati e relativamente indipendenti gli uni dagli altri, vale a dire si trovano allo stato di joni i quali poi, data la loro peculiare natura, hanno delle proprietà fisiche e chimiche speciali per cui ad esempio il jone Na della molecola di Cl Na non ha la stessa natura dell'elemento Na quando questo non è combinato con altri.

Siffatte vedute le quali hanno portato una vera rivoluzione nel campo della chimica e della fisica, permisero pure all' Ostwald di formulare una genialissima teoria sul modo di agire di quelle sostanze che funzionano da indicatori quali sono la fenolftaleina, la laccamuffa ed altri corpi analoghi.

Secondo l'Ostwald le proprietà di questi indicatori dipendono dal loro grado di dissociazione. Se l'indicatore è un acido molto debole (considerazioni analoghe valgono per gli indicatori basici), acidi anche di media o di debole forza presenti in minimo eccesso, provocheranno sempre il cambiamento di colore corrispondente al passaggio dallo stato dissociato allo stato di molecola intera. Questi indicatori saranno i più sensibili e si potranno anche applicare per misurare deboli acidi come l'acido acetico. Essi però si possono solo adoperare con forti basi poichè con basi deboli si ottengono dei sali incompleti, i quali vengono scissi elettroliticamente dall'acqua, e quindi si ottengono delle colorazioni indistinte. [1]

[1] V. Ostwald W., *Elementi scientifici di Chimica analitica*, Manuali Hoepli. Milano, 1901.

Ammesso, come è logico, una tale ipotesi, ne consegue che, nello stesso modo che gli indicatori rivelano le loro proprietà grazie alla attitudine che presentano i loro elementi di dissociarsi nelle variazioni che subiscono passando da un mezzo acido ad uno basico e viceversa, così le antocianine riveleranno pure il cambiamento di costituzione cui va incontro il succo cellulare mercè un cambiamento di colore dovuto a null'altro che al diverso grado di dissociazione dei differenti joni di cui consta la sostanza. [1]

Le diverse colorazioni che presentano i fiori allorchè le loro cellule contengono un succo acido od alcalino vengono pertanto splendidamente illustrate colla teoria dell'Ostwald, la quale poi trova ancora la sua conferma nel fatto che secondo il Pellagri le sostanze coloranti dei fiori (antocianine) costituiscono degli indicatori assai più sensibili della laccamuffa, di guisa che il pigmento della *Verbena*, dell'*Iris* e di altri fiori può svelarci la presenza di acidi o di basi anche diluiti fino all' $^{1}/_{1.200.000}$.

Il solo inconveniente che presentano questi indicatori si è quello di andar soggetti ad una rapida alterazione.

Il fenomeno delle dissociazione delle antocianine potrebbe trovare un'ulteriore conferma qualora si studiasse un po' a fondo l'azione della corrente elettrica su tale sostanze, il quale tema fino ad ora è stato solo sfiorato dallo Schell che si limitò a segnalare come la corrente elettrica provochi, quando agisca per un certo tempo, la scolorazione del pigmento a causa forse di speciali alterazioni che provoca nel contenuto cellulare (vedi a questo proposito anche le ricerche di Eckart nel Cap. XIV).

---

[1] Anche l'Overton tenderebbe a spiegare in base ai dettami della teoria di Arrhenius e Ostwald, la quale però sino ad ora è stata variamente interpretata e neppure da tutti ammessa (Battelli), le variazioni di colore che presenta l'antocianina nei mezzi acidi ed alcalini. Ora a questo proposito noi crediamo utile di far noto che le ricerche che uno di noi (Buscalioni) da lungo tempo sta facendo in collaborazione col Dott. Prof. A. Purgotti hanno non solo portato un nuovo contributo a favore delle nuove idee chimiche, ma sono riuscite a dimostrare nel modo più evidente i fenomeni della dissociazione senza far intervenire in causa, come hanno fatto tutti quanti i predecessori, l'energia della corrente elettrica. Questi studi pertanto non fanno che avvalorare grandemente l'ipotesi della dissociazione come viene intesa per spiegare i fenomeni di cambiamento di tinta dell'antocianina.

CAPITOLO V.

Rapporti delle antocianine con alcuni costituenti delle cellule vegetali.

Le precedenti considerazioni sulla costituzione delle antocianine ci permettono di prendere ora in esame alcune questioni concernenti i rapporti che queste sostanze contraggono con alcuni corpi contenuti nelle cellule. In questa rassegna noi ci soffermeremo però a lungo soltanto su quegli argomenti che hanno attinenza coi nostri studi.

a) Rapporti col tannino.

Per quanto sotto il nome di tannini, o meglio di tannoidi, si comprendano moltissime sostanze di differente costituzione, come verrebbe provato dagli studi di Lidfross, Reinitzer, Waage, Bremer, Potonié, ecc., pur tuttavia si sogliono comprendere, in istologia vegetale, sotto il nome di tannini, quelle sostanze che son capaci di colorarsi in particolar modo coi sali di ferro, coll'acido osmico e col bicromato di potassa ed altri reattivi, mentre poi non fissano il Sudan III (Buscalioni).

Così definito il tannino, noi vediamo che esso contrae un intimo rapporto colla antocianina, come già ebbero a dimostrare anticamente il Wigand colla sua scoperta del cromogeno tannico ed il Wiesner il quale stabilì che non possa altrimenti spiegarsi, che ammettendo l'intervento del tannino, la speciale colorazione verde-giallastra che assumono i pigmenti fiorali quando vengono trattati cogli alcali.

Le conclusioni cui giunsero questi autori trovarono la più ampia conferma nei recenti lavori di Tshirch, Aufrecht, Kutzer, Detmer, Reinke, Pick, Molisch, Denner, Bauer, ecc., taluni dei quali videro costantemente comparire una sostanza di natura tannica nelle cellule in cui più tardi si veniva organizzando l'antocianina *(Ricinus, Rosa,* ecc.) [1] ed inoltre constatarono che quando una data specie di pianta è rappresentata da due varietà l'una a fiori bianchi, l'altra a fiori colorati, il tannino si trova presente nelle due sorta di fiori (*Sirynga*, *Crataegus*, *ecc.*).

---

[1] Il Sanio, *Bot. Zeit.*, 1893, fa osservare che per lo più le piante povere di tannino (*Celtis. Cytysus*, ecc.), non presentano traccia di antociano.

È singolare però che il Dennert e lo Schnetzler, i quali constatarono la presenza del tannino nelle cellule antocianiche, abbiano poi voluto elevare dei dubbi sull'attendibilità della reazione proposta dal Wiesner la quale ha gettato tanta luce sulla complessa questione.

Al Kraus spetta senza dubbio il merito di aver posta la questione dei rapporti fra tannino e antocianina su un terreno veramente scientifico inquantochè egli, in opposizione alle concezioni di Kunz-Krause, che vedeva nella comparsa del colore un processo di riduzione, fu il primo a formulare che l'acido ossifenico sotto l'azione della luce, del $C\,O_2$, dell'ossigeno e di taluni acidi vegetali, si ossida e si colora per dar luogo alla formazione dell'antocianina. [1]

La via alla soluzione del problema era così tracciata e noi troviamo difatti che recentemente il Curtel ebbe a rilevare come nei fiori colorati dominano intensi i fenomeni di ossidazione e di respirazione, ciò che costituisce un' indiretta conferma delle vedute del Kraus.

b) Rapporto coi flobafeni.

Lo studio dei tannini ci porta a trattar ora di quelle sostanze coloranti gialle e rosse che impregnano le membrane delle cellule e che dallo Stähelin ed Hofstetter, dall'Hesse e dal Grabowsky, ed altri autori che ne fecero oggetto d'accurate ricerche, presero il nome di flobafeni.

L'affinità di queste coll'antocianina appare manifesta qualora si consideri che la formola di costituzione dei flobafeni del *Quercus* è rappresentata da $C_{26}\,H_{24}\,O_{14}$, quello dei flobafeni del *Platanus* e della *Betula* da $C_{10}\,H_8\,O_4 + {}^1/_2\,H_2\,O$, grandemente analoghe alla formola di alcune antocianine, quale ad esempio l'enocianina.

Il fatto stesso che i flobafeni derivano, secondo il Kraus ed altri osservatori, dalla ossidazione dei tannini, depone pure a favore del nostro asserto.

Queste due sostanze, flobafeni ed antocianine, hanno molte reazioni comuni, di guisa che, dal punto di vista istologico, riesce per lo più difficile il distinguerle l'une dall'altre, quando non si tenga conto della circostanza che i primi prediligono le membrane cellulari, le seconde sono sparse nell'interno della cellula.

[1] Nel lavoro del Weigert sulla chimica dei pigmenti vegetali trovasi notato che il pigmento della Malva produce, con gli alcali, pirocatechina e acido protocatechinico, ciò che indirettamente viene in appoggio all'idea del Kraus.

c) Rapporti cogli oli e coi grassi.

Per quanto a noi consta non sono ancora stati descritti casi ben sicuri di sostanze antocianiche inglobate nelle masse d'olio e di grassi, per cui il rapporto fra questi corpi è in certo qual modo negativo. La poca affinità dell'antocianina per le sostanze di natura grassa, a riguardo della quale abbiamo già tenuto parola nel precedente capitolo, costituisce a nostro parere un fenomeno non del tutto privo di interesse, essendo noto che moltissimi pigmenti delle piante superiori (clorofilla e xantofilla ad es.) hanno all'opposto molta tendenza a fissarsi sopra le masse oleose, come risulta dai lavori di Rywosk, Monteverde, Strasburger, Tschirch, etc., e lo stesso può dirsi per molti pigmenti dei funghi (Zopf).

d) Rapporti colla clorofilla.

Le prime ricerche che vennero iniziate sulle sostanze coloranti hanno condotto gli osservatori ad ammettere che l'antocianina derivi dall'ossidazione della clorofilla (Macaire Princeps, Marquart, Sorby, De Candolle) o dall'azione di speciali acidi sul radicale " clorin „ della stessa, come ebbe ad osservare il Kraus in alcune Graminacee, nei *Ficus*, nei *Solanum* ed in altre piante.

Allo stesso risultato si è pure giunti in tempi relativamente più recenti colle osservazioni spettroscopiche fatte su taluni pigmenti (Freda, Libermann, Schmidt) o colle analisi microchimiche (Hilger e Schnetzler). Lo Tschirch trovò un complesso atomico comune all'antocianina ed alla clorofilla ed il Bommer arrivò persino a stabilire che la sostanza colorante autunnale e quella rossa primaverile di molte foglie (*Rosa*, *Cyssus*, Sommacco, ecc.) sono dovute ad un principio speciale la " phyllophaioine, assai analoga all'indicano e derivante dalla clorofilla.

Malgrado che la presenza dell'indicano in molte piante non possa assolutamente negarsi, l'ipotesi dell'origine clorofilliana del pigmento antocianico, pure validamente sostenuta dal Sorby, ma più ancora dal Raspail e dal Verdoil che consideravano la clorofilla come una specie di camaleonte vegetale, cominciò ad esser alquanto scossa dalle ricerche di Berzelius il quale dimostrò come il color verde che acquista l'antocianina trattata cogli alcali non abbia alcun rapporto colla colorazione della clorofilla. Più tardi si aggiunsero le osservazioni di Mohl, di Kraus e di altri autori che ci rivelarono la presenza del pigmento antocianico

in elementi od in organismi che normalmente non contengono clorofilla o ne contengono pochissima (epidermide, tuberi di *Solanum*, alcuni organismi parassiti o saprofiti) ed infine a decidere completamente la questione sorsero i lavori di Roper e di Meyer che trovarono l'antocianina e la clorofilla l'una accanto all'altra e quelli di Walz che ci mostrarono come in molte piante la clorofilla non compaia all'oscuro, mentre nelle identiche condizioni l'antocianina si sviluppa ugualmente.

Noi possiamo quindi stabilire che nessun rapporto genetico esiste tra la clorofilla e l'antocianina; il che viene ad acquistare un certo interesse qualora si consideri che il pigmento verde delle piante, o per lo meno il granulo clorofilliano, prende parte non dubbia alla formazione di taluni pigmenti vegetali, in specie di quelli della serie xantica, e che inoltre il medesimo, stando ai dati dello Schell e del Kraus, concorre, sia pure indirettamente, alla formazione delle sostanze tanniche.

Escluso pertanto qualsiasi rapporto genetico tra la clorofilla e l'antocianina, rimarrebbe ora a discutere se queste due sostanze non abbiano fra loro qualche altro vicendevole rapporto, in specie di indole funzionale. Nel capitolo destinato allo studio tanto dell'assimilazione fotosintetica quanto dell'influenza che la luce e la temperatura esercitano sulla formazione dell'antocianina avremo occasione di entrare in minuti ragguagli su quest'argomento che è stato trattato in particolar modo dal Kny. Qui ci limitiamo a far notare che il Kraus ebbe ad osservare che la formazione dell'antocianina è assai spesso in relazione, da una parte, con una diminuita attività dei cloroplasti, dall'altra colla presenza di tannini e di derivati da queste sostanze (Pirocatechina, resorcina), mentre l'Overton afferma che la scomparsa, dalle foglie, della colorazione rossa invernale nelle giornate calde di primavera, come pure l'inverdimento delle foglie che appena sbocciate son rosse o l'accidentale indebolimento del color rosso del *Corylus*, dipendono dall'aumentata attività dei cloroplasti che trasforma lo zucchero (sostanza formatrice dei pigmenti), in amido.

e) Rapporti cogli zuccheri.

Le antiche osservazioni che erano state fatte sui tannini avevano dimostrato che questi sono in strettissima dipendenza coi glucosi e con molte altre sostanze idrocarbonate, anzi secondo alcuni autori vi sarebbe persino una certa dipendenza tra la formazione dell'amido ed i tannini, in quanto che questi abbonderebbero nell'epoca in cui le piante più scarseggiano d'amido e rappresenterebbero quindi una specie di sostanza

di riserva destinata più tardi a trasformarsi in amido. Forse la teoria è andata troppo avanti, ma però dal complesso delle osservazioni fatte non si può negare che i tannini siano in mutua dipendenza coi glucosi e conseguentemente l'antocianina abbia pure un nesso genetico con questi. Siffatta ipotesi venne in tempi recenti in particolar modo illustrata dall'Overton.

L'importanza del lavoro di quest'autore è tale che noi crediamo utile di riassumere qui per sommi capi i principali risultati dovendo gli stessi a suo tempo venir discussi.

L'Overton, avendo osservato che le piante alpine sono più vivamente colorate di quelle di pianura, che molte piante sempre verdi arrossano le foglie nella stagione fredda e che infine un certo numero di essenze a foglie caduche prima di perdere le foglie assumono una colorazione antocianica intensa, volle trovare un nesso fra la produzione dell'antocianina e le basse temperature.

A conferma del suo asserto aggiunge che non poche piante aquatiche e terrestri allorchè cominciano in primavera a vegetare assumono una colorazione rossa che nell'estate, vale a dire quando la temperatura diventa piuttosto alta, scompare (*Elodea, Utricularia, Hedera, Aquilegia,* etc.). La spiegazione del fenomeno va, secondo l'A., cercata nelle esperienze del Sachs dalle quali risulterebbe che il freddo, ostacolando l'emigrazione degli idrati di carbonio dalle foglie, favorirebbe l'accumulo, nelle stesse, degli zuccheri dai quali poi si formerebbe l'antocianina.

Una spiegazione così semplice trovava tuttavia ostacolo nel fatto che le Conifere, si ricche di zucchero durante l'inverno, presentano costantemente una colorazione verde, ma l'Overton potè dimostrare, colle colture in zucchero. che realmente questa sostanza ha un'azione non dubbia sulla formazione delle sostanze antocianiche. A tal uopo preparate delle soluzioni zuccherine (*zucchero di Canna, levulosio, destrosio, zucchero invertito,* ecc.) titolate nella proporzione del 2 al 5 $^0/_0$ tenne immersi parzialmente nelle stesse sia dei pezzi di rami con foglie, sia delle piantine intere (piante acquatiche) per studiare di poi le modificazioni che avvenivano nei tessuti. Durante le esperienze la temperatura dell'ambiente veniva mantenuta piuttosto bassa, poichè aumentando la stessa (20° — 30° C) si intralciava la formazione della antocianina come ebbe a dimostrare sperimentalmente.

Ecco quali sono i principali risultati che l'Overton ottenne:

Nell'*Hidrocharis morsus ranae,* nell'*Elodea,* nel *Potamogeton pusillus,* nell'*Utricularia,* nella *Trapa natans,* nei *Ceratophyllum,* nel *Lilium martagon,* nell'*Ilex aquifolium,* nell'*Hedera,* nel *Ligustrum vulgare,* in alcune

Compositae, ecc. ecc., le quali piante d'autunno o d'inverno, a seconda delle specie, presentano un arrossamento delle foglie, ottenne una più o meno pronta colorazione rossa di questi organi.

La colorazione si manifesta più o meno presto a seconda degli zuccheri impiegati, essendo piuttosto tardiva collo zucchero di canna, poco attivo, ed inoltre si presenta più o meno intensa a seconda della concentrazione del liquido o della specie di piante adoperate.

Per alcune piante il risultato fu alquanto dubbio poichè la semplice immersione in acqua pura ebbe parimenti a provocare la colorazione (*Eupatorium*, *Prenanthes*, *Aquilegia*, *Taraxacum*, *Compositae*, ecc.) ed in qualche caso *(Lilium martagon)* poi potè l'A. dimostrare che oltre gli zuccheri anche l'alcool sia metilico che etilico ed amilico, come pure i chetoni, l'etere etilico provocano l'arrossamento fogliare. Certi zuccheri ed alcoli poi spiegano pochissima azione, come la mannite ed il galattosio.

La colorazione artificialmente prodotta ha sede negli elementi che si colorano in rosso nelle piante viventi nelle condizioni normali, vale a dire si trova nel palizzata, nel tessuto lacunoso e nello strato sottoepidermico corrispondentemente alla pagina inferiore delle foglie.

Adunque appare manifesto che l'assorbimento dello zucchero provochi la colorazione rossa delle foglie, dei picciuoli e talora persino delle radici e degli stoloni *(Hidrocharis)*; tuttavia l'Overton ritiene, per ciò che riguarda l'influenza esercitata dagli alcoli e dagli eteri, che queste sostanze non servano alla produzione del pigmento, ma costituiscano unicamente uno stimolo per la formazione dello stesso. L'A. afferma inoltre che queste sostanze provocano la colorazione solo quando si trovano in tale concentrazione da determinare la narcosi. Le foglie trattate coll'alcool od etere muoiono ben presto e la necrosi si estende dalla base verso l'apice. Per spiegare come la narcosi sia in relazione colla produzione delle sostanze antocianiche l'A. fa osservare che la narcosi impedisce il trasporto degli assimilati. Così pure egli spiega la morte, diremo così, basifuga delle foglie, ammettendo che la soluzione del narcotico a misura che si avvicina all'apice diventi meno concentrata per la facilità con cui l'alcool e l'etere evaporano. L'alcool metilico, meno volatile, produce anche più stentatamente la colorazione rossa e quasi senza azione sono i narcotici assai fissi, quale l'uretano.

Anche la colorazione prodotta dagli anestetici trovasi localizzata nelle stesse cellule in cui avviene l'arrossamento sotto l'azione degli zuccheri.

Non tutte però le piante capaci di arrossare si prestano all'esperimento collo zucchero, molte anzi sono affatto indifferenti (*Potamogeton* *Lemna*, *Pistia*, *Myriophyllum*, *Fritillaria*, *Mahonia*, *Rubus*, *Anthriscus*, *Epilobium angustifolium*, ecc.).

L'Overton non potè stabilire il rapporto tra il contenuto in zucchero e la quantità di amido presente nelle foglie arrossate artificialmente; solo si limita ad affermare che in qualche caso vi ha meno amido che nello stato normale *(Prenanthes)*, od all'opposto ve ne ha di più *(Hydrocharis)*.

Tra i fatti più importanti rilevati dall'A., segnaleremo ancora che la colorazione rossa è in intima relazione colla luce, non formandosi nelle piante coltivate nello zucchero ma all'oscuro. Lo stesso Autore vide che alcune piante soggette all'esperienza possono mantenersi in buone condizioni per tutta la durata della stessa, mentre altre perdono, fin dall'inizio dell'esperienza, le foglie e vanno a male.

Dagli esperimenti fatti l'A. conclude che la presenza di zuccheri e le temperature basse favoriscono in moltissime piante l'arrossamento e ciò spiega come nelle Alpi, molto piu spesso che nelle pianure, avvenga l'arrossamento, il quale poi è in particolar modo favorito da notevoli sbalzi diurni della temperatura che si verificano sulla montagna e dalla maggiore intensità della luce. Pare adunque che il fenomeno sia dovuto unicamente all'aumento dello zucchero nel parenchima a spese dell'amido ed in conseguenza anche la colorazione rossa autunnale dipenderebbe probabilmente dal diminuito potere che presentano i cloroplasti di fabbricare amido dallo zucchero. Molte piante però, che normalmente arrossano l'epidermide durante l'autunno, sono incapaci, come è stato detto, di arrossare nello zucchero, mentre l'opposto avviene in quelle piante che arrossano normalmente i tessuti sottostanti all'epidermide.

I risultati negativi si spiegano, secondo l'A., ammettendo che le cellule siano incapaci di attingere lo zucchero dall'esterno o che i processi metabolici ed osmotici che hanno luogo nelle stesse impediscano la comparsa del pigmento o che infine nei tessuti esista un certo equilibrio, che non può venir rotto, tra la produzione dell'amido da parte dei cloroplasti e la quantità di zucchero che può esser contenuta nelle cellule. [1]

Ad ogni modo il grado di concentrazione che può raggiungere la soluzione zuccherina nelle cellule dipende dalla energia con cui le cellule attivamente o passivamente assorbono zucchero e dalla rapidità con cui questo viene trasformato in amido e quindi si può affermare, dice l'Overton, che là dove non ha luogo arrossamento, malgrado l'introduzione dello zucchero, manchi alcuna delle condizioni atte a provocarlo.

---

[1] A riguardo di tutte queste ipotesi faremo notare che il Muller Turgau vide formarsi nelle patate tenute al freddo una grande quantità di zucchero a spese dell'amido, e ciò in seguito a diminuita respirazione, senza che però avesse luogo arrossamento di sorta.

Sotto identiche condizioni nelle differenti piante e nei differenti tessuti di una pianta, come pure nelle diverse età di questa, noi vediamo variare le condizioni che stabiliscono l'equilibrio tra lo immagazzinamento di zucchero e la sua trasformazione in amido e quindi mutare le condizioni per l'arrossamento. A questo proposito l'Overton fa osservare che la colorazione dei frutti va di pari passo colla formazione dello zucchero a spese dell'amido e che le foglie delle varietà a frutti rossi o violetti, per lo più presentano spiccata tendenza a colorarsi nell'autunno, mentre il fogliame delle essenze a frutti verdi o gialli assai spesso non diventa rosso *(Vitis, Prunus, Ribes)*. Pure all'aumento di zucchero si deve attribuire la colorazione dei nettarî estranuziali.

L'Overton cercò pure di far arrossare i fiori delle varietà bianche di talune specie tenendo all'uopo le piante in soluzioni zuccherine, ma ottenne soltanto risultati negativi benchè i picciuoli arrossassero *(Pelargonium, Anemone japonica)*. L'insuccesso dipenderebbe, secondo l'A., dalla debole traspirazione dei fiori ed anche dal fatto che si debbono sormontare troppe difficoltà per eseguire, come sarebbe necessario, lo esperimento con fiori chiusi ancora nel boccio. D'altronde nei fiori bianchi non è già che manchi lo zucchero, chè anzi spesso ne son forniti a dovizia, ma bensì altre sostanze che concorrono pure a formare il pigmento. Ciò non di meno l'A. ritiene che la più intensa colorazione dei fiori alpini dipenda realmente dalla maggior concentrazione dello zucchero che ha luogo a spese dell'amido, come conseguenza della bassa temperatura notturna, e un'analoga spiegazione ammette pure che sia valida pei fiori bianchi delle pianure che in montagna tendono ad arrossare *(Achillea millefolium, Pimpinella magna, Gypsophyla repens, Cardamine amara)* e per la colorazione apicale dei petali di *Bellis perennis* la quale appare soltanto nei fiori primaticci.

Nel suo lavoro l'Overton ammette che lo zucchero fornisca il materiale greggio per la produzione del pigmento, ma però, è d'uopo accennarlo, egli non manca di far rilevare che non basta la presenza dello stesso perchè si abbia la colorazione, ma occorre ancora qualche altra sostanza, non potendosi spiegare altrimenti il fatto che le fanerogame hanno antocianina, mentre quasi tutte le crittogame possono formare solo dei flobafeni (Muschi).

Questi sono i principali dati che sono venuti in luce dal lavoro dell'Overton, e noi li abbiamo riferiti alquanto in esteso perchè indubbiamente le osservazioni di questo autore hanno portato un grandissimo contributo di nuove idee e resa quasi manifesta una prossima soluzione del difficile problema. Non si può però far a meno di notare

che sebbene l'ipotesi dell'Overton sia stata confermata dall'Eward per ciò che concerne l'arrossamento dell'*Elodea* nelle soluzioni zuccherine e dal Wulff per quanto riguarda la colorazione delle piante artiche, pur tuttavia essa non ha dissipati tutti i dubbi ed ha lasciato parecchi lati della questione affatto insoluti.

CAPITOLO VI.

La spettroscopia applicata allo studio delle Antocianine.

Solo in un numero relativamente ristretto di casi, dall'impiego della spettroscopia, che pur costituisce un metodo sensibilissimo d'analisi chimica, noi possiamo attenderci un valido e sicurissimo aiuto nella classificazione delle sostanze coloranti vegetali ed in specie delle antocianine essendo noto che a seconda dell'indice di rifrazione, della natura del solvente o della sostanza colorante, dello stato fisico di questa, della quantità di sostanza adoperata e di molti altri fattori, si possono ottenere delle variazioni nella posizione e nell'estensione delle strie di assorbimento. Il Kundt che ha fatto uno studio diligente di questa questione ha trovato che, per lo più, lo spettro di assorbimento di una sostanza si sposta tanto più verso il rosso quanto più forte è l'indice di rifrazione del solvente, ma una tale legge è stata più tardi soltanto in parte confermata, avendo il Vogel, il Lepel, il Morton ed altri autori, incontrate numerose eccezioni. Per talune di esse i detti Autori hanno ottenuto persino uno spostamento verso il violetto.

Sull'esame spettroscopico delle sostanze coloranti vegetali noi possediamo molti dati grazie i lavori di Tschirch, Müller, Vogel, Engelmann, Reinke, Lindemann, ecc., ma specialmente interessanti, sotto il punto di vista che ci interessa, sono le osservazioni dello Tschirch fatte col *Quarzspettrograph* che permette di studiare anche la posizione delle strie dello spettro corrispondentemente alla regione ultravioletta. Con questo apparecchio l'A. potè metter in evidenza, per molte sostanze, la presenza di nuove strie di assorbimento, risolvere in strie il così detto assorbimento terminale ed infine dimostrare erronea l'idea comunemente accettata che i colori bleu si lascino attraversare dai raggi

ultravioletti. Lo Tschirch ha fatto parimenti notare che un'identità delle figure spettrali non depone sempre in modo assoluto a favore dell'identità delle sostanze studiate comparativamente, ma solo può indicare che le stesse contengono gli stessi gruppi atomici.

Anche di grande valore, dal punto di vista fisiologico, sono le esperienze istituite prima dal Kraus e poi dall'Engelmann sulle curve di assorbimento dell'antocianina, tanto in mezzi acidi che in mezzi alcalini; inquantochè dalle stesse è stato posto in evidenza che mentre la curva dell'antocianina acida è pressochè complementare a quella della clorofilla, (purchè la soluzione di antocianina non sia troppa densa) — ciò che permette se non il normale sviluppo (Gardiner, Wiesner, Sachs), per lo meno il funzionamento dei cloroplasti — la regiône di assorbimento dell'antocianina alcalizzata occupa invece una parte della zona di assorbimento spettrale della clorofilla, per cui questa sostanza non può più disporre che di una parte dell'energia solare che le abbisogna per la assimilazione. Egli è appunto per questa causa che, secondo l'Engelmann, nella grande maggioranza dei casi, ma specialmente nelle foglie, noi troviamo colorata in rosso l'antocianina.

Il risultato a cui giunsero il Kraus e l'Engelmann, il quale è stato confermato più tardi dal Pick, ha certamente non poca importanza: ma noi vedremo più tardi come non sia accettabile l'opinione di più di un autore secondo la quale le foglie rosse potrebbero competere con quelle verdi per rispetto all'assimilazione.

È pure merito dell'Engelmann, infine, di aver fatto notare che la posizione delle bende di assorbimento dell'antocianina non soltanto varia nei casi in cui il succo cambia di costituzione, diventando acido od alcalino, ma che spesso *(Cyssus)* vi ha una accidentale variazione delle strie senza che abbiano luogo cambiamenti apprezzabili nella costituzione chimica del succo. Analoghi fatti vennero segnalati per l'enocianina a seconda dell'età del vino a cui il pigmento è commisto (Vogel).

La incostanza di posizione delle strie di assorbimento ha condotto il Müller a riconoscere parecchie specie di antocianina e di eritrofilla che denominò colle lettere α, β, γ, δ, ecc., talune delle quali poi sarebbero contraddistinte per più o meno marcata fluorescenza.

In tesi generale, per quanto concerne le strie di assorbimento dell'antocianina, si ammette che vi abbia una forte benda di assorbimento per le linee *D* e *b*, che di poi l'assorbimento vada parzialmente diminuendo fino al di là di *F* e che infine si verifichi di nuovo un'altra zona di forte assorbimento al di là di *G* nell'ultravioletto (V. fig. 1, Tav. 14ª). Aumentando però la densità e lo spessore della soluzione antocianica cresce l'assorbimento del bleu. Una tale distribuzione delle

bende di assorbimento contrasta assai con quanto si verifica con molti colori gialli fiorali solubili in acqua ed affini all'antocianina i quali presentano all'opposto una benda continua di assorbimento nel bleu e violetto. Il passaggio dallo stato acido a quello alcalino provoca nell'antocianina un totale spostamento delle strie di assorbimento (Palmer, Vogel). Così, secondo il Vogel, l'enocianina trattata coll'ammoniaca presenta un minimo di assorbimento nel giallo aranciato e un leggero assorbimento nel verde che raggiunge di poi il massimo tra l'indaco ed il bleu. [1]

Dai fatti esposti appare pertanto manifesto come si debba andar cauti prima di trarre delle deduzioni dai risultati di un'analisi spettroscopica e noi quindi riteniamo che sia alquanto azzardato stabilire, come ha fatto l'Hilger, un'identità tra le antocianine ricavate dalle piante appartenenti ad uno stesso gruppo *(Caryophylleae)* solo perchè ha visto le stesse comportarsi in modo uguale allo spettroscopio, od affermare col Liebermann ed altri che la antocianina derivi dalla clorofilla perchè i due pigmenti hanno delle strie comuni.

CAPITOLO VII.

Influenza del terreno e della nutrizione sulle antocianine.

Molto oscuro è il problema concernente la influenza che esercitano il terreno e la nutrizione sullo sviluppo dell'antocianina ed i dubbi e le incertezze che si hanno in proposito trovano la loro ragione di essere nella poca garanzia che offrono alcune osservazioni non sufficientemente state suffragate dalla critica e dall'esperimento.

Stando ai dati del Verlot, del Rellock, del Klar e del Ludwig, il terreno può influire sulla colorazione dei fiori o dei frutti della *Fragaria*, del *Pelargonium*, dei *Geranium* e di alcune altre piante: i terreni cattivi poi provocherebbero talora l'impallidimento dei fiori (Moquin Tandon) mentre la terra di torbiera, di erica, gli humus ricchi di car-

[1] Per gli spostamenti delle linee spettrali vedasi anche il lavoro di Jones Victor che impiegò per lo studio un fotometro spetro-polarizzatore di Glan.

bone di legno e infine il terriccio proveniente dai Vosgi, avrebbero la proprietà di impartire una colorazione bleu ai fiori delle *Hortensia* (Kohl, Jäger, Wattney, Ville, ecc.) il quale fenomeno andrebbe ascritto ad un'alcalizzazione del succo cellulare a causa dei sali contenuti nel substrato, anzichè a disossidazione dell'antocianina, come vorrebbe il Schübeler. Uno di noi ha potuto constatare un analogo fenomeno all'isola di Madera, dove le Ortensie acquistano differente colorazione a seconda che crescono sull'humus della parte bassa dell'isola o sui fianchi rocciosi del vulcano.

Talora il terreno può agire così intensamente da determinare addirittura la scolorazione dei fiori, e a questo proposito il Phoedovius fa notare che l'*Epatica triloba* che è colorata in rosso nel Lehm si scolora nella torba.

Il Chabert avrebbe segnalato il singolare fenomeno del cambiamento di colore che verificasi in alcuni *Galium* allorchè crescono lungo i tracciati ferroviari di recente costrutti, o nella zona boschiva in cui da poco siansi abbattuti gli alberi. La causa della variazione dovrebbe ascriversi, dice l'autore, alle mutate condizioni fisiche del terreno, ma noi faremo qui osservare che probabilmente andrebbe ricercata nelle cambiate condizioni di illuminazione.

Finalmente anche i differenti metodi di coltura furono invocati dal Mer, dall'Hofmeister, dal Wiesner per spiegare certe variazioni di colore (*Bodenvarietaten* del Wiesner) offerte dal *Cyssus* del *Hyosciamus* e da molte altre piante di cui il Hofmeister dà un elenco.

L'interesse che suscitano sempre siffatti fenomeni di variazione, hanno indotto alcuni osservatori a studiarli sperimentalmente. Una delle più singolari esperienze che siansi fatte in proposito è senza dubbio quella di Murr il quale avendo coltivate alcune pianticelle di *Hortensia* in modo che una metà delle radici si affondasse in terriccio di Svegenhaizner, che ha la proprietà di colorare in bleu i fiori di dette piante e l'altra metà in un terriccio incapace di spiegare una tale azione, ebbe a constatare che parte dei fiori diventavano bleu mentre gli altri rimanevano rossi.

Esperimenti con differenti sali furono iniziati da Wattney, Myoski, Scholz, Dennert, Schubeler ed altri autori. Dagli stessi risulta che il solfato di alluminio e quello di ferro cambiano in bleu il rosso delle Ortensie, mentre somministrati ad altre specie di piante o non producono effetti di sorta o solo delle variazioni indecise, sebbene i vari fiori scelti per gli esperimenti non presentino, in apparenza almeno, notevoli differenze nell'intensità delle tinte. Nello stesso modo delle Ortensie pare che si comportino i *Myosotis*.

Quando si studia il cambiamento di colorazione dei fiori delle Ortensie, che son le piante le quali meglio di qualsiasi altra si prestano per tale esperimento, si nota che è più facile far diventare rossi i fiori bleu, anzichè provocare la comparsa della tinta bleu in quelli rossi.

Il fenomeno non ha ancora ricevuto la sua spiegazione, ma noi riteniamo che sia facile interpretarlo ricorrendo alla teoria della dissociazione di Arrhenius. Infatti ammesso che il pigmento abbia la natura di un acido debole bivalente o polivalente il quale, come tale, allo stato libero è poco dissociabile e deve appunto il color rosso alla presenza delle molecole non dissociate, ben si comprenderà come solo un eccesso di base potrà aver l'energia di dissociare gli joni per dar luogo alla colorazione bleu che spetterebbe agli joni monovalenti o anco al color verde che dipenderebbe da quelli bivalenti, e quindi si comprenderà parimenti che per far variare la tinta dal rosso al bleu occorra maggior quantità di reattivo (basico) di quella che è necessaria per ridare il color rosso con un acido.

Alcune esperienze avrebbero per mira di portare un po' di luce sulla questione concernente i rapporti che passano tra la nutrizione e la comparsa del colore. Così ad esempio il Flahault ha fatto notare che se si esporta una parte delle foglie e degli organi sotterranei contenenti delle riserve, si ottiene spesso *(Leontodon*, *Campanula)* l'impallidimento dei fiori. L'esperienza che troverebbe un forte appoggio nell'osservazione del Curtel, che vide parimenti crescere pallidi i fiori tardivi, nati cioè dopo la caduta delle foglie, ed in quella di Asckenhasy sui fiori di *Digitalis* e di *Antyrrhinum* che impallidiscono se privati delle foglie, deporrebbe a favore dell'ipotesi che le sostanze formatrici del pigmento fiorale si vadano organizzando in differenti parti della pianta, ma questa veduta, che ha certamente un grande fondo di verità, come può di poi conciliarsi cogli esperimenti del Molisch dai quali risulta che la *Perilla Nankinensis* e la *Iresine Lindenii* arrossano intensamente in mezzi privi di azoto, e che lo stesso succede pei germogli di *Zea Mays* coltivati in acqua distillata?

Contraddizioni di uguale natura ci offrono talune piante coltivate in mezzi salini, poichè mentre l'Overtov è d'avviso che una debole concentrazione del sale possa favorire l'arrossamento, il Lindsbauer fa invece osservare che nelle piante alofile l'arrossamento è direttamente proporzionale alla concentrazione salina del mezzo in cui vive la pianta.

Egli è pertanto lecito affermare che la scienza è ancora ben lontana dall'aver stabilito su basi scientifiche i rapporti che corrono tra la nutrizione e la comparsa dell'antocianina ed in conseguenza con tanto maggior ragione devono venir accolte con riserva le osservazioni

del Curtel, che volle attribuire a deficenza di nutrizione l'indebolimento della colorazione fiorale che si osserva in talune piante coltivate all'ombra *(Tropaeolum, Borrago)* e ciò in base quasi unicamente alla circostanza che sono appunto le piante annue, meno ricche di riserve, quelle che in tali condizioni mostrano più spiccato l'impallidimento.

Prima di chiudere questo capitolo ci è d'uopo aggiungere che alcuni autori (Molisch, Greenisch, ecc.) hanno fatto dei tentativi per colorare artificialmente i fiori con determinate sostanze coloranti. Ora, mentre la maggior parte di siffatte esperienze non costituisce che delle contribuzioni alla teoria della ascensione dei liquidi, quelle di Biot e di Planchon hanno una certa affinità colle questioni che qui ci interessano, per cui crediamo utile di riportarle per sommi capi. Il Planchon ha dimostrato che le sostanze basiche non hanno il potere di colorare i fiori; il Biot invece osservò che se si fa assorbire da diverse piante il succo colorato della *Phytolacca*, i fiori si colorano solo temporaneamente. Il primo di questi esperimenti si sottrae ad una spiegazione attendibile; il secondo invece lascia sospettare, a nostro parere, che i processi di ossidazione che si compiono nel fiore possano, dopo un po' di tempo, distruggere il pigmento. Il fenomeno andrebbe però ulteriormente studiato. [1]

CAPITOLO VIII.

Influenza della radiazione sulla formazione delle antocianine.

Le radiazioni luminose e chimiche dello spettro delle quali qui solo ci occupiamo, per trattare in altro capitolo delle radiazioni termiche, esercitano una così manifesta influenza sullo sviluppo dell'antocianina che quasi tutti gli autori hanno concordi affermato che la luce è l'agente principale della formazione del pigmento.

Se però noi consideriamo i singoli casi, troviamo anche qui una certa divergenza d'opinioni, poichè mentre alcuni affermano che per

[1] Per ulteriori dati sui rapporti che corrono tra nutrizione e presenza di antocianina vedansi i Cap. VIII e XI.

certe piante l'antocianina nasce solo alla luce diretta (Zopf, Dufour, Mohl, Rogers), altri sostengono che meglio conviene la luce diffusa alla sua produzione, mentre poi non mancano neppure quelli che con Landel, Anonym e Kny, ammettono che il pigmento può anche nascere all' oscuro (radici di *Beta*). Per molte piante, che portate allo oscuro non perdono la facoltà di produrre dell'antocianina, il fenomeno dipenderebbe, secondo Costerus e Senebier, dal fatto che le stesse avevano precedentemente di già immagazzinate le sostanze cromogeniche. Il Mer ha potuto confermare questi dati sperimentando sopra piantine di *Cyssus*.

La luce non solo può agevolare la formazione del pigmento, ma riesce anche, se troppo intensa, a distruggere l' antocianina che si è formata. Il fenomeno è stato preso in esame dal Martel, dal Wiesner, ma più specialmente ancora dal Pringsheim e dal Batalin. Il Pringsheim riuscì a scolorare le cellule dei peli staminali di *Tradescantia* illuminandoli fortemente con una lente sul tavolino del microscopio. La scolorazione delle cellule avverrebbe, secondo l'A., solo in presenza di ossigeno, per cui trattasi di processi di ossidazione resi più energici dall' intensità luminosa. Il Pringsheim ha osservato che non tutte le sostanze coloranti si comportano allo stesso modo di fronte ad una esagerata illuminazione, ed egli quindi ritiene che l'esperimento possa servire di guida per arrivare a stabilire l'affinità tra i differenti pigmenti e la clorofilla, la quale viene pure energicamente distrutta da luce troppo viva. Noi riteniamo una tale conclusione non del tutto esatta, essendo noto che l'antocianina di molti fiori si presenta resistentissima alla radiazione anche intensa, pur avendo la stessa costituzione della antocianina dei peli di *Tradescantia*. Piuttosto ci sembra che il differente comportamento debba dipendere dalla maggiore o minore concentrazione dell' antocianina nelle cellule e dall' intensità dei fenomeni di ossidazione che in queste hanno luogo. L'esperienze di Batalin sono meno decisive, inquantochè questi si limita a far notare che se si coltivano delle piantine di *Polygonum Fagopyrum* a luce intensa, il lato meno soleggiato è quello che si colora più intensamente in rosso, ed inoltre che se si lasciano troppo a lungo esposte alla luce tali piantine, la colorazione rossa svanisce.

Ora che abbiamo analizzato, nelle linee generali, l' influenza della radiazione sulla pianta, dobbiamo soffermarci a studiare, per sommi capi, come reagiscono i differenti membri di questa a seconda delle peculiari condizioni di radiazione cui vengono sottoposti.

Fu molto studiata l' influenza della illuminazione sopra i fiori, [1] ma

[1] V. i lavori di Jstwany, Heine, Haeckel, Curtel, Frank, Dennert, ecc.

solo pochi lavori hanno un certo interesse scientifico; noi ci soffermeremo pertanto solamente sui più importanti, per evitare inutili ripetizioni.

Il Sachs fu uno dei primi a dimostrare che talune piante tenute all'oscuro sviluppano dei fiori normalmente colorati e pure conformati sullo stampo normale, mentre altre sviluppano dei fiori incolori o per lo meno pallidi e meno evoluti.[1] Il diverso comportamento dipenderebbe dalla quantità di materie nutritive che la pianta aveva, prima dell'esperimento, immagazzinato, per cui la comparsa di una colorazione tipica si verifica più di frequente nelle piante fornite di tuberi, bulbi e rizomi. Questi risultati furono in parte confermati dall'Hildebrandt, dal Askenashy, dal Dennert e dal Flahault, l'ultimo dei quali avendo asportate le foglie di una pianta di *Saxifraga ornata*, e coltivata la pianta nell'oscurità, pur lasciando una parte della stessa alla luce, vide che i fiori non sviluppavano più delle tinte così vive come allo stato normale.

Una illuminazione continua produce, come ben si comprende, dei fenomeni opposti a quelli provocati dall'oscurità e le esperienze di Hugo colla illuminazione elettrica non interrotta, di Bonnier e di Wiesner, hanno appunto messo in evidenza che i fiori di molte piante (*Nerium*, *Hyacinthus*, ecc.) si colorano più intensamente di quelli assogettati alternativamente alla luce e alla oscurità.

Qualche ricerca venne anche fatta per esperimentare l'azione esercitata dalla luce sulla colorazione antocianica dei frutti. Il Senebier avendo ricoperto colla stagnuola alcuni frutti, non vide più comparire la colorazione rossa; ed allo stesso risultato giunsero il Wiesner e l'Hildebrand (galbulo di *Juniperus*). Il Laurent dopo aver fatto osservare che i frutti di talune piante *(Berberis, Crataegus)* si colorano anche all'ombra, riporta un suo esperimento fatto sulle bacche dell'uva. Risulta da questo che se si copre con un involucro di cartone annerito un grappolo d'uva, appartenente ad una delle varietà rosse, i grappoli arrossano, mentre ciò non succede più se per mezzo di due incisioni anulari si impedisce l'arrivo delle sostanze nutritive al grappolo. L'autore conclude che la materia colorante dell'uva può svilupparsi all'oscurità purchè però sia assicurata la nutrizione organica e che i prodotti di assimilazione possano dalle foglie arrivare al grappolo. All'opposto, se si incide nel modo sopra indicato il peduncolo del grappolo, lasciando però questo esposto alla luce, allora la colorazione a tempo debito si manifesta. In questo caso la colorazione è in relazione funzionale coll'attività dei cloroplasti contenuti negli acini stessi.

---

[1] Il Voechting dimostrò pure che una diminuzione anche leggera nell'intensità luminosa può produrre delle variazioni notevoli nella forma e grandezza dei fiori.

Per quanto riguarda i semi, le ricerche sono troppo monche perchè sia il caso di parlarne: [1] noi faremo soltanto osservare che quelli di *Mespilus japonica* presentano dei cotiledoni leggermente colorati in verde da clorofilla, i quali diventano intensamente rossi per antocianina che si raccoglie nell' epidermide, allorchè vengono esposti alla luce solare dopo che si è asportato il sottile tegumento del seme (Buscalioni e Pollacci). Noi non sappiamo se in questo caso la clorofilla presente nel seme abbia o no una certa influenza sulla manifestazione del fenomeno.

La grande frequenza con cui le foglie si presentano colorate da pigmenti diversi dal verde ha indotto non pochi autori a studiare la colorazione autunnale e quella primaverile di siffatti organi. Noll, Mer, Rathay, Griffon, Werettnikoff, Wiesner, Stahl ed altri autori si sono occupati in particolar modo di questi quesiti e dalle loro ricerche è emersa la grande influenza spiegata dalla luce nella manifestazione dell'arrossamento, la quale poi, stando ai dati dello Stahl, dell' Ewart e dello Schimper, è particolarmente manifesta nelle piante delle regioni soleggiate dei due tropici.

Al pari dei fiori, le foglie reagiscono in due modi differenti allorchè vengono assoggettate all'oscurità poichè, mentre il Sachs ed il Teodoresco hanno constatato una colorazione, sia pure debole, delle stesse quando venivano tenute all'ombra, ma si lasciava la rimanente porzione di fogliame esposta al sole *(Atriplex)*, il Kraus in altri casi constatò invece la mancanza di pigmento in quelle foglie che si trovavano ombreggiate dalle altre. Merita intanto di esser segnalato il fatto messo in rilievo dal Mer. che le foglie di *Cyssus* non sì tosto hanno cominciato a colorarsi in rosso alla luce, continuano a sviluppare il pigmento se più tardi vengono tenute all'oscuro.

Dal complesso delle osservazioni fatte dal Rudige, Wiesner, Griffon, Pick e da altri autori, parrebbe provato che la colorazione antocianica delle foglie abbia lo scopo di proteggere i cloroplasti nelle stesse contenuti, da eccessiva radiazione, senza che tuttavia venga intralciata la loro funzionabilità. Già il fenomeno stesso osservato da più di un botanico, che cioè le foglie antocianiche sono meno diafane in confronto di quelle verdi, deporrebbe a favore di una tale ipotesi, ma il Wiesner ha messo in rilievo che le *Acalipha* dei paesi tropicali a fogliame più o meno colorito per antocianina vegetano rigogliose ed hanno foglie sanissime e ricche di clorofilla, mentre all' opposto quelle prive di pigmento presentano un fogliame scolorato, quasi malaticcio, probabilmente a causa dell'influenza dannosa esercitata da una luce troppo intensa

[1] V. ricerche di Pick sui cotiledoni di *Beta*.

sui loro cloroplasti. Egli è pure probabilmente a scopo di protezione che anche le Rose coltivate nei paesi tropicali presentano la particolarità di conservare molto a lungo il fogliame colorato in rosso (Wiesner).

Sulla colorazione antocianica degli altri membri ed organi della pianta ben poco ci resta a dire. Noi ricorderemo pertanto solamente che il Beccari, il Baroni, il Terracciano ed il Macchiati accennano alla colorazione rossa di nettari esposti alla luce ed alla scolorazione dei medesimi allorchè la pianta vegeta all'ombra; che il Devaux, il Dufour lo Schell ed il Mer hanno riportati alcuni casi di radici antocianiche perchè cresciute alla luce sia in acqua, sia all'aria; [1] che il Kerner v. Marilaun è riuscito a colorire i rizomi di *Lathraea* e di altre piante esponendoli alla radiazione solare [2] e che infine allo stesso risultato è giunto lo Zopf per quanto concerne i serbatoi tannici delle *Fumariaceae*.

L'influenza della radiazione venne anche studiata col sussidio degli schermi colorati allo scopo di rilevare la parte che spetta alle singole radiazioni di differente lunghezza d'onda nella produzione del pigmento, ma fino ad ora i fatti raccolti sono troppo scarsi perchè si possa formulare una legge. A quanto pare le radiazioni ultraviolette non sono senza influenza nell'esplicazione del fenomeno in questione, poichè il Sachs, avendo coltivate alcune piante dietro una cassetta a doppie pareti e contenente nello spazio da queste circoscritte una soluzione piuttosto densa di chinina, o di esculina, le quali sostanze, come è noto, trasformano le radiazioni ultraviolette in quelle luminose, ebbe a notare che i fiori (e, secondo noi, indirettamente anche l'antocianina) non si sviluppano più. [3] L'A. conclude che la formazione dei fiori è perciò in relazione con speciali sostanze florigene analoghe ai fermenti, le quali si formerebbero in differenti organi della pianta per emigrare di poi nei fiori. Quest'ipotesi venne combattuta dal De Candolle il quale trovò che l'atrofia degli organi fiorali, tutt'altro che costante perchè nella *Lobelia Erinus* i fiori si formano ugualmente, dipenderebbe unicamente da mancata stimolazione.

Per quanto concerne le altre regioni dello spettro è d'uopo ricordare soltanto i lavori di Caudel e quelli importanti del Batalin sulle piantine

---

[1] Fra le radici che meglio si prestano per queste ricerche, noi possiamo citare, per personale esperienza, quelle di *Aesculus Hippocastanum*.

[2] Del resto è noto che molti bulbi e tuberi sono più o meno colorati da pigmenti (Giacinto, Patata, etc.)

[3] Anche il Flammarion riferisce che i piselli e fagiuoli non formano più fiori dietro uno schermo bleu, ma le osservazioni di questo autore non essendo state eseguite con mezzi assolutamente monocromatici lasciano alquanto presa al dubbio.

di *Polygonum Fagopyrum*. Quest'autore osservò che se si fanno germinare tali piante all'oscuro e poi si portano le piantine eziolate sotto le cosidette Campane di Prillieux, sia al bicromato di potassa che all'ammoniuro di rame, gli assi ipocotili si colorano in rosso come alla luce bianca[1] mentre all'opposto il pigmento non si forma più se si fanno germinare i semi direttamente sotto le campane, e ciò sia che le piante vegetino alternativamente sotto gli schermi a luce gialla e a luce bleu, sia che rimangano costantemente sotto l'influenza dei raggi di una o dell'altra metà dello spettro. La singolarità del fenomeno appare ancor più manifesta se si considera che la luce bianca provoca su tali piantine eziolate l'arrossamento nello spazio di poche ore. Pressochè analoghi risultati ebbero ad ottenere il Pick sperimentando con piantine di *Beta*, e lo Schell colle radici di Salici coltivati in acqua. Gli autori sopracitati non hanno saputo rinvenire una spiegazione plausibile, ma noi riteniamo che il fenomeno sia in strettissima relazione col fatto che nelle piantine eziolate si ha maggior copia di fermenti ossidanti in confronto di quelle cresciute alla luce, come ebbe a dimostrare per molti germogli, il Wood. In conseguenza di ciò le prime riescono più facilmente a formare l'antocianina.

CAPITOLO IX.

Influenza della temperatura sulle antocianine.

Non vi ha dubbio che temperatura e luce costituiscono il più delle volte due fattori così intimamente collegati fra loro che riesce spesso quasi impossibile, o per lo meno assai difficile, distinguere la parte di azione che spetta all'uno da quella che dipende dall'altro nella produzione di molti pigmenti (V. Cap. I) ed in particolar modo dell'antocianina. Noi possiamo quindi ascrivere alla temperatura gran parte di quanto si è detto a riguardo della radiazione.

Se però noi consultiamo la bibliografia dell'argomento incontriamo una tale discordanza di opinioni da non essere più in grado di for-

[1] Una bellissima prova delle complesse reazioni che avvengono tra le differenti radiazioni e la antocianina è stata data dal Knuth quando dimostrò che i fiori sensibilizzano le lastre fotografiche.

marci un esatto criterio sulla questione e tanto meno di decidere se al freddo o al caldo sia devoluto il compito di provocare la comparsa del pigmento nelle piante. Il lettore potrà rimanerne convinto scorrendo le pagine di questo capitolo in cui abbiamo creduto opportuno di riportare separatamente le opinioni dei fautori delle due teorie.

a) Influenza delle basse temperature.

Già in un altro capitolo (Cap. VI *e)*) parlando dei rapporti tra zuccheri ed antocianina abbiamo accennato alle idee di Overton, di Sachs, ecc., intese a dimostrare che le basse temperature, in specie notturne e i grandi sbalzi termici diurni, favoriscono la comparsa del pigmento, nelle piante alpine.

Una tale ipotesi è stata accolta tanto dallo Stahl e dal Lindemann, per spiegare l'arrossamento così marcato che presentano moltissime essenze delle foreste dell'America del Nord, quali le *Bahuinia*, molte Mirtacee, Rutacee, ecc., quanto dal Bonnier per chiarire le cause della viva colorazione delle piante alpine. L'interpretazione torna anche molto opportuna per comprendere la frequente comparsa della colorazione rossastra sia in alcuni fiori normalmente bianchi e sia delle foglie del *Phalaris arundinacea* var. *picta,* la quale poi, come è regola per moltissimi altri casi, tende a scomparire o scompare anche del tutto allorchè si approssima l'estate.

Il pigmento antocianico, dice il Charguerand, avrebbe lo scopo precipuo di proteggere dai freddi tardivi quegli organi nei quali esso fa la sua comparsa; ed infatti la conclusione appare logica quando si consideri che non poche piante portate all'aperto dalle serre calde arrossano nei primi giorni di esposizione al freddo (Haberlandt ed altri autori) e lo stesso fenomeno si osserva nei fiori bianchi di alcune Rosacee e di altre piante allorchè vengono esposte a periodi più o meno lunghi di freddo dopo avere vegetato per parecchi giorni al caldo (Scholz e Gillot).

Come fenomeno singolare si può rilevare che la stessa causa, cioè il freddo, può, a quanto pare, determinare la comparsa di alcuni pigmenti più o meno affini all'antocianina, come ad esempio l'indaco nelle Orchidee, secondo Prillieux e Muller Turgau, od i flobafeni nei legni di talune piante all'avvicinarsi dell'inverno o nelle prime giornate, ancora molto soggette a notevoli sbalzi di temperatura, della primavera (Jäger).

Molti autori, non sufficientemente rassicurati dall'osservazione diretta di quanto avviene in natura, hanno cercato di risolvere la intricata questione colla scorta dell'esperimento, ed infatti noi vediamo che

lo Stahl tenendo ricoperto, di notte, una metà del lembo fogliare di talune piante, le quali poi di giorno venivano lasciate scoperte, ebbe a constatare che l'antocianina si formava nelle foglie, ma limitatamente a quella parte non assoggettata all'esperimento e quindi più sottoposta ai freddi notturni. Sotto questo punto di vista è pure importante l'esperimento di Bonnier che riuscì a provocare la comparsa del pigmento nel *Teucrium Scorodonia* sottoponendo la pianta al caldo durante il giorno e al freddo di notte, vale a dire riproducendo ad arte le condizioni termiche che si verificano normalmente nelle Alpi, mentre all'opposto ottenne risultati affatto negativi sugli esemplari che egli manteneva sottoposti ad una temperatura costantemente bassa.

I fatti esposti autorizzano pertanto ad affermare che più delle basse temperature, le alternative di caldo e di freddo favoriscono lo sviluppo dell'antocianina, ma intanto giova ricordare che l'abbassamento di temperatura deve avere un limite, variabile per ogni singola specie di piante, affinchè il fenomeno della colorazione possa avere ancor luogo, ed infatti concludono in questo senso le esperienze eseguite dallo Schell.

Quale nesso esiste tra la presenza dell'antocianina e l'abbassamento termico? Fino ad ora non si è potuto dare una risposta esauriente e categorica; alcuni autori (Kny, Roze, Keeble, ecc.) ritengono tuttavia che il rapporto vada cercato nell'azione termogenica che è in grado di spiegare l'antocianina, grazie al suo potere di assorbire le radiazioni dello spettro dotate di maggior rifrangibilità (quando ha color rosso) mentre si lascia poi attraversare da quelle di più grande lunghezza d'onda le quali come si sa sono fornite di un potere riscaldante abbastanza sensibile.[1] Forse con più ragione si può ammettere col Goppert che l'antocianina abbia lo scopo di abbassare il punto di congelazione, essendo stato posto in evidenza da questo autore e dimostrato colla pratica da molti floricultori inglesi che i fiori colorati gelano a temperature più basse di quelle che fanno congelare le foglie, e che

---

[1] Il presente lavoro era ormai pronto per la stampa quando venne pubblicata la monografia del Kohl sulla carotina, nella quale l'A., a pag. 11, tratta dei rapporti che corrono tra questa sostanza e l'antocianina per quanto ha riguardo la funzione di schermo e di termogenesi.

Il Kohl benchè accenni ad alcuni fatti, come ad esempio la mancanza di antocianina in molte foglie giovani, i quali non deporrebbero troppo a favore della sopra accennata teoria, trova tuttavia che antocianina e carotina possono benissimo scambievolmente sostituirsi l'una all'altra per aumentare la temperatura della parte in cui esse sono localizzate, per accelerare gli scambi e per servire infine da mezzi di richiamo. Egli però fa osservare che regna ancora molta incertezza in un tale argomento e non sono ancora state tolte tutte le obbiezioni che a siffatta interpretazione si oppongono.

i fiori rossi hanno una spiccata resistenza pel freddo, forse superiore a quella dei fiori bleu. Vi sono però anche per questo alcune eccezioni. Un forte appoggio trova siffatta ipotesi nel fatto che il tannino, da cui in ultima analisi l'antocianina deriva, grazie al suo marcato potere igroscopico, serve ad impedire l'essiccamento delle parti in cui esso si trova diffuso (Warming). [1]

b) Influenza delle alte temperature.

Se il lettore giudica unicamente in base all'esiguo numero di lavori (V. pubblicazioni di Schimper, Johow, Kraus, Mer, Preyer, Schell, Pick, ecc.) ed alle poche osservazioni sperimentali che possediamo sull'influenza delle alte temperature in rapporto coll'antocianina potrebbe essere indotto a ritenere che il freddo sia l'agente principale, se non l'unico, dell'arrossamento delle piante, ma però se si esaminano i fatti senza preconcetti facilmente si viene del pari a ritenere che la ipotesi diametralmente opposta abbia anche un grande fondamento di verità, essendo stato ben assodato che le Dalie e le Viole sono spesso più intensamente colorate d'estate (Darwin); che i germogli di talune piante (*Polygonum*, *Beta*, ecc.) arrossano più rapidamente a 14 C. di temperatura che a 10° C. (Schell) e che analogamente si comportano i fiori di *Hibiscus* secondo le ricerche di Raimond de Sagra, e che infine l'arrossamento e l'eritrismo florale quale venne segnalato dal Gillot, si manifesta frequentemente allorchè l'estate decorre molto caldo. Per nostro conto possiamo ancora aggiungere che è quasi impossibile spiegare altrimenti l'intenso arrossamento che si verifica in talune piante che crescono d'estate in mezzo alle pietre, sulle strade (*Oxalis)*, o sui muri battuti dal sole *(Parietaria)*, o nei luoghi scoperti delle regioni tropicali (Johow, Schimper). [2]

Il Sorauer ha cercato di dare la spiegazione del fenomeno ammettendo che l'arrossamento sia dovuto alla preponderanza dei fenomeni di ossidazione su quelli di assimilazione in seguito all'elevata temperatura ed alla più intensa illuminazione che si verifica d'estate. [3]

Dai fatti esposti noi possiamo pertanto arguire che il problema dell'influenza spiegata dalla temperatura sul pigmento antocianico è

[1] Il Pick ritiene che il freddo avrebbe lo scopo di favorire unicamente il tannino e quindi avrebbe dei rapporti soltanto indiretti coll'antocianina.

[2] V. a questo proposito anche il Cap. VI: Rapporti dell'antocianina con alcuni costituenti della cellula *a) Rapporti colla clorofilla.*

[3] Pick ammette che entrambi i fattori possano produrre l'antocianina.

stato considerato da quasi tutti gli autori sotto un punto di vista unilaterale, alcuni avendo data maggior importanza al freddo, altri al caldo: la soluzione del problema avrà luogo soltanto quando si potrà formulare una teoria che concilii le opposte vedute, ciò che ci proponiamo di mettere in evidenza nella 3.ª parte di questo lavoro.

Intanto, prima di abbandonare l'argomento relativo alla temperatura, noi riteniamo ancora opportuno di riportare qui alcune osservazioni fatte dai nostri predecessori ed intese a dimostrare quale influenza spieghino le temperature piuttosto elevate sopra l'antocianina presente nelle cellule. Noi però accenneremo soltanto di passaggio ai lavori di Rosenstiel, di De Vries e di Marquis aventi lo scopo di dimostrare che l'antocianina tra i 40 e i 70 gradi C. si scioglie nel succo cellulare, o si separa dal mosto con facilità, per soffermarci su quelli di Molisch i quali offrono una certa importanza ed hanno molta attinenza colle nostre osservazioni. Questo autore osservò che se si fanno bollire in acqua i tessuti antocianici di talune piante (*Coleus* ad esempio), il liquido, anzichè colorarsi in azzurro o bleu, assume una tinta giallo-verdastra e solo coll'aggiunta di acido cloridrico si può ottenere la comparsa del colore rosso. Colpito dalla singolarità del fenomeno egli variò alquanto l'esperienza portando ad una temperatura piuttosto alta, ma a secco, le parti contenenti antocianina. Così operando egli ebbe a constatare che ad una certa temperatura le parti colorate dall'antocianina perdono il color rosso per assumere una tinta giallo-verdastra. Il fenomeno appare manifesto in quei tratti di tessuto in cui le cellule, oltre al pigmento in questione, contengono anche clorofilla.

Il Molisch interpreta il curiosissimo comportamento dell'antocianina ammettendo che colla morte delle cellule, dovuta all'alta temperatura, il succo alcalino del protoplasma si mescoli col liquido acido del vacuolo antocianico, lo neutralizzi e produca così la comparsa della colorazione giallo-verdastra dovuta alla reazione alcalina del pigmento. Il cambiamento di colore poi avverrebbe con maggior facilità e frequenza nelle cellule a clorofilla perchè in queste, dice l'A., si hanno le condizioni favorevoli per la produzione della sostanza alcalina.

I risultati cui giunse il Molisch sono così singolari che noi abbiamo voluto riportarli per esteso, ma noi vedremo più tardi che il fenomeno può trovare un'altra spiegazione più consona ai fatti, poichè lo ammettere una così spiccata alcalinità del succo protoplasmatico da riuscire a rendere alcalino il pigmento antocianico contenuto nei vacuoli o nel cromogeno tannico, urta, a nostro parere, contro non poche obbiezioni.

CAPITOLO X.

Influenza dell' umidità sulla formazione delle antocianine.

Quest'argomento non è stato ancora sottoposto, per quanto ci consta, ad uno studio sperimentale accurato, ed i dati che ci vennero forniti dalla semplice osservazione dei fatti ci inducono, per lo più, a ritenere che i fenomeni finora osservati non abbiano che un' attinenza molto indiretta colla umidità.

Forse le migliori ed anco le più attendibili osservazioni che possediamo sulla questione, sono quelle del Grace Smith da noi già citate per altri scopi nel Cap. III, le quali dimostrano come nei siti umidi ed ombrosi, od anche in siti semplicemente umidi, si incontri una bassa percentuale di piante antocianiche.[1]

Anche il Molisch credette di poter affermare che un difettoso od insufficiente assorbimento di acqua, quale appunto si verifica nei luoghi secchi, provochi l' arrossamento nelle piante, ma in questo caso non sempre si può nettamente distinguere, nella esplicazione del fenomeno, la parte che spetta alla siccità da quella che è inerente ai disturbi di nutrizione e della circolazione dei materiali plastici. Del resto l'opinione dell'autore viennese non si concilia troppo coll'osservazione di Keegan che vide arrossarsi i fiori bianchi dell' *Erica* allorchè teneva le piante in atmosfera umida.[2]

Parrebbe adunque probabile che l'umidità costituisca un ostacolo alla produzione del pigmento, ma pur troppo la prova certa non è ancora stata data neppure ricorrendo all'esperimento. È vero che si riuscì ad impedire la comparsa della colorazione rossa nelle foglie di *Cyssus*

[1] Il presente lavoro era già stato consegnato alla stampa quando ci venne sott'occhio la pubblicazione di H. Coupin sui colori della Flora francese dalla quale risulta che nei luoghi umidi predomina il color verde (142) poi viene il bianco (109), il rosso (62), il bleu (10) ed infine il violetto (8). La stessa legge vale per le piante crescenti sulle rive del mare e nei boschi, mentre all' opposto l'A. osservò che nei luoghi secchi (campi, montagne, roccie, ecc.) predomina innanzi tutto il bianco (442), poi viene il rosso (362), poi il verde, il bleu ed il violetto.

[2] È duopo notare che il Martel annette una certa importanza alla secchezza del mezzo nella produzione dell'albicazione. Vedremo più tardi in quale conto possa tenersi una tale opinione.

o la tinta bleu nei frutti di *Passiflora* tenendo le une e gli altri, come hanno fatto il Mer ed il Böhm, sommersi durante quasi tutto il ciclo di vegetazione, ed a risultato analogo giunse il Prof. E. Pollacci facendo maturare i grappoli d'uva, attaccati alla pianta, parzialmente sommersi nell'acqua tiepida o fredda, poichè solo la parte emergente del liquido produsse l'enocianica e venne a maturazione, mentre quella sommersa rimase verde per tutto il tempo che durò l'esperienza (20 giorni), ma i risultati ottenuti possono spiegarsi benissimo come vedremo in seguito, colla mancata aerazione dei tessuti. Ed infatti il Pollacci afferma, col Mer, che tale sia la causa, poichè avendo immerso una porzione di grappolo nella sabbia che, come si sa, grazie alla poca coerenza dei granuli di cui consta, è assai permeabile all'aria, vide effettuarsi la maturazione e con questa la pigmentazione degli acini. [1]

Ora, domandiamo noi, pur ammettendo probabilissima siffatta ipotesi, come mai può spiegarsi il fatto che molte piante acquatiche hanno la faccia inferiore del lembo fogliare, la quale sta a contatto del liquido, colorata in rosso e la superiore in verde come appunto si verifica in certe *Lemna*, *Nimphaea*, *Trapa*, *Nelumbium*, ecc.? Parimenti come mai può spiegarsi che non poche piante degli stagni presentano le foglie giovani e sommerse colorate uniformemente in rosso, mentre hanno le foglie galleggianti tinte di un bel verde, almeno in corrispondenza della faccia superiore (*Stratiotes aloides*, *Ranunculus lingua*, *Nymphaea*, ecc.)? Il Mer pare che voglia evitare questa obbiezione quando afferma che le piante acquatiche non sono rosse, ma questa è una affermazione, come sopra è stato detto, contraria al vero, e che chiunque abbia una superficiale conoscenza di dette piante, è in grado di smentire. Dall'altra parte conviene lo stesso Mer nell'affermare che non sempre è riuscito ad impedire lo sviluppo della colorazione antocianica immergendo in acqua le piante, poichè le foglie di *Hedera* si colorarono sensibilmente nei suoi esperimenti di sommersione.

In conclusione noi ci crediamo autorizzati a ritenere che qualche altro fattore, oltre l'ossigeno, intervenga in causa per provocare in alcuni casi la colorazione, in altri l'inverdimento, delle piante tenute sommerse e che gli esperimenti fino ad ora stati eseguiti, anzichè sta-

[1] Anche il Wiessner constatò che quei fiori che coll'essiccamento cambiano di colore *(Zinnia, Lycium)* se vennero previamente mantenuti sott' acqua rimangono a lungo inalterati, ed il fenomeno appare ancor più manifesto se si ha cura di far bollire l'acqua prima di iniziare le esperienze. Ciò prova che il cambiamento di colore è dovuto probabilmente a processi di ossidazione.

bilire i rapporti che corrono tra l'umidità e la scomparsa del pigmento, non abbiano servito ad altro che a chiarire alcuni dati relativi all'azione che i processi di ossidazione possono esercitare sull'antocianina.

CAPITOLO XI.

Il processo di assimilazione fotosintetica del Carbonio e le antocianine.

Un diretto rapporto tra certe sostanze coloranti e l'assimilazione venne posto in evidenza dall'Engelmann allorchè col metodo dei bacteri (V. Cap. I) potè rilevare come il pigmento di certi organismi inferiori (Floridee, taluni bacteri (*Monas*, *Clathrocystis*, ecc.)) e la carotina abbiano il potere di utilizzare certe radiazioni per sviluppare deboli quantità di ossigeno in seguito a decomposizione del CO^2; un tale potere però fino ad ora non è stato constatato nell'antocianina, come tenderebbe a provarlo l'esperienza eseguita dal Curtel sui fiori col reattivo dello Schutzemberger.

Malgrado ciò non si può negare che l'antocianina prenda parte al processo di assimilazione o in quelli che al medesimo sono strettamente collegati. Già nel Cap. VI abbiamo fatto notare a questo proposito che l'antocianina, quando ha una colorazione rossa, assorbe prevalentemente quei raggi che non vengono utilizzati dalla clorofilla e quindi non intralcia il processo dell'assimilazione del carbonio. In base a questo e ad altri dati il Kerner potè formulare la geniale teoria del “*Lichtschirm*” [1] che vorrebbe attribuire all'antocianina il potere di difendere la clorofilla da un'eccessiva radiazione onde la stessa abbia a funzionare normalmente.

L'ipotesi, avvalorata dal fatto che dietro uno schermo di antocianina la clorofilla si conserva più a lungo alla luce (Kny), verrebbe a spiegare moltissimi fenomeni biologici sui quali già si è tenuta parola nelle precedenti pagine, ma però essa non ci chiarisce il motivo per

[1] V. a riguardo di questa teoria le osservazioni del Ewart nel Cap. XIII: La traspirazione e l'antocianina.

cui nelle foglie spesse volte l'antocianina si localizza nei tratti in cui manca precisamente la clorofilla (nervature, parti albicate, ecc.) e neppure si accorda col fatto che talora il pigmento rosso compare quando il cloroplasta, esaurita la sua attività, sta per disorganizzarsi, come succede nelle foglie autunnali e nell'uva (E. Pollacci). È vero che il Pick in quest'ultimo caso trovò ancora traccie d'amido nelle parti rosse, le quali mancavano nelle parti prive di antocianina, ma un tale reperto non diminuisce la portata delle nostre obbiezioni.

Il dubbio ha indotto i botanici a cercare la soluzione del problema nell'esperienza fisiologica, ma le conclusioni cui si è giunti con questo metodo non hanno fatto che far sentire maggiormente il bisogno di nuove investigazioni.

Così il Jumelle avendo misurato la quantità, in peso, di sostanza secca che viene fornita da parti verdi e rosse omologhe di una stessa specie *(Acer, Platanus, Prunus)* ed avendo trovato che le varietà rosse danno una minor percentuale di sostanza secca concluse che l'antocianina costituisce un ostacolo al normale funzionamento dei cloroplasti, tanto da abbassare il potere di assimilazione ad un quinto o anche ad un sesto del valore che si ottiene sperimentando con varietà verdi della stessa specie.

Il risultato pareva avvalorato dal fatto che le varietà rosse crescono meno e più lentamente di quelle verdi, ma, a prescindere dalle difficoltà che si incontrano quando si vuol stabilire con criteri scientifici il fenomeno, le osservazioni del Jumelle, benchè state più tardi confermate dall' Ewart, hanno recentemente trovato una smentita nei lavori di Griffon.

Questi, pur facendo notare che talora nelle varietà colorate dalla antocianina il color verde è alquanto più pallido *(Prunus Pissardi)*, credette di poter stabilire che nell'*Atriplex*, nel *Berberis*, non vi sia differenza nell'intensità di assimilazione tra le forme verdi e quelle rosse, mentre poi in quelle specie in cui si notano delle divergenze *(Acer, Betula,* ecc.*)* la diminuita assimilazione delle varietà rosse non dipende già dalla presenza dell'antocianina, ma dalla costituzione stessa dei cloroplasti e da altre condizioni d'indole anatomica.

Le conclusioni del Griffon trovano un indiretto appoggio in ciò, che l'antocianina avendo il potere di aumentare la temperatura dell'organo in cui si trova — come è stato dimostrato sia dal Kny che vide la temperatura elevarsi assai più dietro le foglie rosse in confronto delle verdi, sia dalla circostanza che le foglie ibernanti hanno spesso antocianina *(Mahonia)* e quelle fornite di rosette radicali hanno questo pigmento distribuito in corrispondenza della faccia inferiore, vale a dire dal

lato su cui arrivano pure molte radiazioni dal terreno — può favorire indirettamente, ed in specie durante le fredde giornate, il regolare funzionamento dei cloroplasti.

Ma neppure queste vedute hanno soddisfatto gli osservatori e noi vediamo quindi taluni botanici ricercare se per avventura l'antocianina, spoglia di qualsiasi influenza sul fenomeno dell'assimilazione, non avesse il compito più modesto di facilitare l'esportazione o meglio l'emigrazione dei prodotti del processo fotosintetico.

Egli è noto che l'emigrazione dell'amido dalle foglie avviene in seguito alla sua trasformazione in qualche zucchero, forse grazie all'azione di speciali enzimi diastatici (Baranetscki), la cui azione sarebbe favorita da speciali radiazioni (raggi rossi), i quali trasformerebbero il zimogeno in enzima, mentre all'opposto verrebbe intralciata dalle radiazioni di minore lunghezza d'onda.

Questa ipotesi fu appunto tirata in campo dal Green per poter dimostrare come l'antocianina, a causa della sua colorazione prevalentemente rossa, possa sussidiare validamente la trasformazione e l'emigrazione dei prodotti dell'assimilazione.

L'ipotesi apparve pure seducente al Pick, il quale cercò di dimostrare la sua validità alla stregua dell'esperimento, ed a tal uopo pose talune piante a vegetare dietro schermi rossi formati da una soluzione di antocianina racchiusa in cassette di vetro a faccie parallele. Con questo apparecchio egli vide che l'amido scompariva dalla foglia assai più presto di quanto avvenisse in piante tenute in condizioni normali, il che valeva ad indicargli che l'esportazione dei materiali di assimilazione doveva essere oltremodo rapida. Lo stesso autore trovò poi anche la conferma delle sue osservazioni nell'esame microscopico delle piante a foglie rosse, inquantochè constatò sempre in queste una minore ricchezza di amido, specialmente manifesta nel palizzata, in confronto di quelle verdi.

Purtroppo però l'ipotesi del Pick non risolve in modo netto la questione ed al medesimo si può obbiettare che negli esperimenti con schermi colorati, con tutta probabilità, l'indebolimento dell'illuminazione poteva essere la causa della diminuzione dell'amido nel parenchima fogliare (Griffon) e che la povertà di idrati di carbonio solidi reperibili nelle piante antocianiche sia dovuta alla diminuita attività dei cloroplasti, anzichè ad esagerata emigrazione degli zuccheri.

Dai fatti esposti appare adunque manifesto come ancor molto problematica ed oscura sia l'azione che il pigmento antocianico spiegherebbe sull'assimilazione fotosintetica del carbonio e noi quindi dobbiamo dare, col Griffon, un valore molto relativo alle esperienza di Coren-

winder intese a dimostrare che le foglie rosse tenute in un sito ombreggiato emettono una maggior quantità di CO^2 in confronto delle verdi, unicamente in conseguenza della presenza di antocianine.

CAPITOLO XII.

La respirazione e le antocianine.

Dopo che il Reinke, a conferma dell' opinione di De Candolle, ebbe a mettere in evidenza che l'antocianina si forma in seguito all'ossidazione di certe sostanze derivate dai fenoli (Pirocatechina ed altre sostanze di natura tannica) le osservazioni di Schell, Batalin, Mer, Kohl e Sorauer, hanno vieppiù contribuito ad affermare l'importanza che l'ossigeno atmosferico può avere come agente indispensabile nella produzione di detto pigmento.

Già il fatto stesso dal Nienhaus stato osservato, che la colorazione antocianica nei frutti di taluni *Solanum* comincia a manifestarsi là dove l'aria più facilmente penetra nel parenchima, cioè dai residui del peduncolo, dalle ferite e via dicendo, e che i fiori dei papaveri essiccati all'aria diventano violetti, deponeva grandemente a favore di siffatta ipotesi, ma solo più tardi l'esperienza ha confermato a pieno le vedute del Reinke.

Il Maumené diffatti avendo posto a maturare sopra acido solforico e nel vuoto dei grappoli di uva, vide apparire unicamente una colorazione gialla, che veniva ben tosto sostituita dal color violetto, che è proprio della bacca, allorchè egli permetteva all' aria, in specie umida, di venire a contatto dei grappoli. Il Maumené a giusto titolo ritiene che il fenomeno si può solo spiegare coll'ammettere che l'aria provochi la colorazione di un cromogeno preesistente alla maturazione dei frutti.

Analoghi risultati ottenne il Böhm coi frutti raccolti ancora verdi, di *Passiflora*, [1] poichè gli stessi posti a maturare in recipienti privi d'aria o contenenti soltanto azoto, idrogeno, biossido di carbonio,

[1] Vedi a questo proposito anche il Cap. XIX: L'antocianina in rapporto coi processi patologici.

non diventano bleu, sebbene rimangano esposti alla luce, mentre la colorazione avviene, più o meno rapidamente, sotto l'azione dell'aria atmosferica, o meglio ancora dell'ossigeno puro. Solo nelle atmosfere di biossido di carbonio si può osservare, dopo parecchio tempo, una lieve essudazione di un liquido colorato in bleu. Egli è vero, afferma il Böhm, che nelle condizioni normali i frutti non si colorano con tanta rapidità in bleu, come nell'esperienza, ma ciò dipende unicamente dalla presenza, nel parenchima, di alcune sostanze dotate di un potere disossidante.

Fenomeni identici si ottengono se, invece di impiegare i frutti, si lascia esposto all'aria il succo spremuto dai frutti e lo si filtra in modo che l'ossigeno atmosferico possa facilmente venir a contatto con una grande superficie di liquido.

L'azione dell'ossigeno sui frutti di *Passiflora*, costituisce adunque un fenomeno indipendente dai processi vitali e si manifesta colla produzione di una tinta violacea, che in seguito passa al bleu: persistendo l'influenza dell'agente ossidante, si ottiene al fine la scolorazione del pigmento.

Se, in base ai fatti esposti, si ammette che l'antocianina si sviluppi in seguito ad un processo di ossidazione, si dovrà riscontrare un'intensa respirazione nei fiori che di tale sostanza sono a dovizia forniti. Un' esperienza di Curtel, confermata di poi dalla L. Müller, dal Bonnier e Mangin vale a dimostrarci che un tale asserto corrisponde pienamente ai fatti. Il Curtel, pur non preoccupandosi della questione dell'antocianina, ha fatto una lunga serie di ricerche sulla respirazione dei fiori, dalle quali è risultato che gli stessi emettono in abbondanza CO_2 e fissano energicamente l'O, vale a dire respirano più intensamente delle foglie. Il Curtel ritiene che il fenomeno sia dovuto all'atrofia dei cloroplasti, che quasi sempre si manifesta negli organi fiorali e che porta con sè una diminuzione dei processi di assimilazione del CO_2.

Alla luce la respirazione è più attiva che all'oscuro ed inoltre diminuisce coll'età del fiore: intanto, fenomeno importantissimo, i fiori colorati (*Phlox*, *Pentastemum*) a parità di condizione, respirano più energicamente di quelli bianchi. Il Curtel crede di poter affermare che ciò sia dovuto al fatto che il color rosso, per se stesso e a prescindere dalla sua energia termogenica, inibisca parzialmente l'influenza ritardatrice che la luce esercita sulla respirazione; ma noi crediamo che ciò sia in stretta relazione colla presenza appunto, nei fiori rossi, dell'antocianina.

I fatti eposti non lasciano più alcun dubbio che il fenomeno della pigmentazione antocianica sia strettamente collegato coi processi di

ossidazione. [1] La scienza però non può arrestarsi a queste nozioni, ma deve ricercare ancora se l'ossigeno dell'atmosfera, o non piuttosto qualche speciale enzima ossidante (ossidase, laccase) provochino, nello stato naturale, l'ossidazione del cromogeno antocianico. Questo nuovo indirizzo si impone dacchè il Sachs ha parimenti manifestata l'opinione, che le sostanze florigene abbiano forse la natura dei fermenti ed il Filhol vide che il succo incolore estratto dai fiori bianchi provoca la ricomparsa della colorazione antocianica allorchè questa sia stata previamente distrutta dall'azione dell'idrogeno nascente. Ma più di tutto giustificherebbe un tale genere di ricerche le esperienze del Correns il quale ebbe a dimostrare come il polline di una pianta fornita di frutti antocianici possa, nell'atto della fecondazione, provocare la pigmentazione dell'ovario che contiene gli ovuli da esso fecondati, anche quando il frutto normalmente sia incolore. Tutti questi singolari fenomeni ben difficilmente si possono conciliare coll'esclusivo intervento dell'ossigeno, e in special modo dell'ossigeno inerte, ma, a nostro parere, richiedono la presenza di speciali enzimi. [2]

CAPITOLO XIII.

La traspirazione e le antocianine.

Relativamente scarsi, di fronte al grande numero di osservazioni che possediamo sui rapporti tra la luce e le antocianine, sono i lavori concernenti il nesso che collega la presenza del pigmento al processo della traspirazione e molte delle ricerche un po' importanti al riguardo hanno per lo più per mira altri scopi, anzichè quello di investigare la questione nella sua intima assenza, di guisa che solo incidentalmente arrivano a risultati di un certo interesse per noi.

Il Kerner von Marilaun, appena sfiora la questione; l'Einecke nota solamente che talune bacche rosse sono più ricche di acqua di quelle

---

[1] Vedasi a questo riguardo anche il Cap. X: Influenza dell'umidità sulla formazione dell'antocianina.

[2] Gli enzimi ossidanti sono, secondo Wood, molto diffusi nel regno vegetale ed in specie sono abbondanti nelle parti albicate, nelle cellule circostanti alle ferite e nelle piante che arrossano nell'autunno. Una quantità piuttosto notevole di ossidasi può produrre lo scoloramento della clorofilla.

bianche della stessa specie; il Molisch avendo sottoposte talune piante al secco ed a condizioni capaci di impedire la traspirazione potè, da un esperimento, affermare che l'antocianina si sviluppa quando si ha uno scarso apporto di acqua alla pianta, ma non ne dà però una prova certa; Raum sostiene che le sostanze coloranti presenti nella pagina inferiore delle foglie galleggianti impediscono a queste di bagnarsi; il Borzì mette in rilievo i rapporti tra l'eritrofilla e la costituzione xerofita della flora mediterranea, ma non arriva ad una conclusione che riguardi il nostro argomento; il Bonnier dimostra sperimentalmante che la traspirazione eccessiva delle foglie in montagna è causa della comparsa dei pigmenti; infine il Curtel, dopo di aver affermato che i fiori presentano due massimi traspiratori collegati coll'evoluzione della cuticola e degli stomi, arriva alla conclusione che la traspirazione dei fiori è meno energica di quella delle foglie, ma attribuisce l'indebolimento unicamente alla povertà di stomi, al debole sviluppo dei vasi ed alla scarsità od alla mancanza di clorofilla nelle foglie fiorali. [1]

Appare manifesto da questa rassegna che tutti quanti gli autori sopra ricordati toccano la questione che ci interessa solo in modo più o meno superficiale ed indiretto: altrettanto non può più dirsi invece per i lavori di Wiesner, Stahl, Keeble, Eward e Comes, i quali hanno analizzato più da vicino il fenomeno e meritano quindi che vengano da noi ampiamente esposti e discussi.

Il Wiesner, dopo di aver dimostrato, in un suo studio sulla traspirazione in rapporto colla radiazione, che le parti ricche di clorofilla, a parità di condizioni, traspirano assai più di quelle altrimenti colorate e che il massimo della traspirazione ha luogo sotto l'azione dei raggi bleu, con un'altra pubblicazione sull'appassimento dei fiori e delle foglie viene alla conclusione che in generale i fiori, staccati dalla pianta, appassiscono più tardi di quelli rimasti aderenti ai rami tagliati, e ciò pel fatto che in quest'ultimo caso le foglie dei rami stati esportati, avvizzendo, richiamano dell'acqua dagli organi fiorali, e contribuiscono così al più rapido essiccamento di questi. Nello stesso tempo però l'A. osserva che nei rami, staccati dalle piante, seccano prima le foglie dei fiori; anzi se questi si trovano ancora allo stato di gemme nel momento del distacco, per lo più riescono ad aprirsi perchè la parte interna della corolla essendo più ricca di acqua e più turgescente dell'esterna, sente meno l'influenza della sottrazione dell'acqua per

[1] Un certo interesse avrebbero anche per le nostre ricerche i lavori di Emery e di Heller sulla distribuzione dell'acqua nei perianzi nei differenti periodi dell'evoluzione del fiore.

parte delle foglie e quindi provoca il movimento caratteristico dell'apertura.

Questi risultati, che costituiscono in certo qual modo la conferma dei lavori di Senebier, Guettard, Schubler, Neuffer, benchè subiscano qualche restrizione allorchè si cerca di applicarli alle piante grasse ed ai *Lupinus*, tenderebbero a dimostrare, in ultima analisi, che le foglie colorate dall'antocianina, che sono appunto rappresentate dai fiori, traspirerebbero meno delle foglie verdi e che le stesse, a parità di sostanza secca, conterrebbero inoltre, in confronto di queste ultime, una massa di acqua molto maggiore.

Il Wiesner ha fatto pure la curiosa osservazione che se si immergono fiori e foglie di uno stesso ramo, staccato dalla pianta, in acqua e poi si lasciano lentamente essiccare, mantenendo però immersa nel liquido la superficie di sezione del ramo, i fiori quasi sempre appassiscono più tardi delle foglie verdi. Però coll'essiccamento, i fiori diminuiscono di volume molto di più delle foglie, benchè abbiano assorbito meno acqua di queste dall'esterno a causa della piccolezza degli spazi intercellulari. È duopo però notare che l'immersione accelera l'essiccamento. [1]

Da ultimo, lo stesso autore, in un terzo lavoro, riporta alcuni dati concernenti le differenze di intensità nella traspirazione che si verificano nell'*Amhertsia nobilis* nei differenti periodi dell'evoluzione fogliare, e arriva alla conclusione che le foglie giovani e rosse traspirano assai meno di quelle adulte e verdi, come risulta dal seguente specchietto:

Amhertsia nobilis	foglia rossa H^2O traspirata	foglia verde H^2O traspirata
In spazio chiuso	1,22	1,00
All'aperto (sole coperto da nubi)	1,88	2,56
„ (sole leggermente velato da nubi)	2,40	5,33
„ (sole splend. in tutta la sua potenza)	3,11	8,44

Dal complesso di questi lavori risulta evidente che il Wiesner ha saputo rilevare le differenze nell'intensità di traspirazione che esistono allorchè si prendono in considerazione parti di piante colorate in verde dalla clorofilla o in rosso dall'antocianina, ma non si è addentrato a studiare l'intima essenza del fenomeno e tanto meno a metterlo in rapporto colla presenza del pigmento.

[1] Recentemente il Kohl ha combattuto i risultati di Wiesner per ciò che concerne la più intensa traspirazione dei fiori e delle foglie state umettate.

Nella sua pubblicazione sulla traspirazione ed assimilazione lo Stahl credette di poter dimostrare, per mezzo dei saggi colle cartine di cobalto, che nell'autunno le foglie colorate in rosso, traspirano meno di quelle ancora verdi, ma egli ritiene che il fatto dipenda unicamente dalla permanente chiusura degli stomi nelle piante arrossate.

A risultati non meno singolari è giunto lo stesso autore colle sue ricerche sulle foglie colorate e ripetendo le osservazioni del Kny, dalle quali risulta che al di dietro di una foglia rossa, assoggettata alla radiazione solare, che ha attraversato uno schermo d'allume, si nota un aumento di temperatura superiore a quello che si verifica dietro una foglia verde posta nelle stesse condizioni. Per tali studi lo Stahl ha fatto uso di apparecchi termoelettrici e di corpi fusibili ad una temperatura più o meno bassa (Burro di Cacao ad es.), come mezzi di determinazione abbastanza precisi della temperatura. Così operando egli potè constatare che le parti arrossate provocano un aumento di temperatura di 1 o 2 gradi superiore a quello che si verifica dietro le parti verdi; ma però lo Stahl è d'avviso che l'elevazione di temperatura sia alquanto superiore di quello segnato dagli apparecchi. L'aumento di temperatura verrebbe di notte, od all'oscuro, compensato da un più intenso disperdimento di calore.

L'antocianina quindi, come sostanza termogenica, permetterebbe a certe piante di pianura di vivere sulle montagne, e nei casi in cui è localizzata negli stimmi favorirebbe, sempre per la stessa ragione, lo sviluppo del budello pollinico, il che tornerebbe particolarmente utile a quelle piante che come il *Carpinus*, l'*Ulmus*, il *Populus*, ecc. fioriscono in principio della primavera. Ma oltre a questa funzione, che si può dire accessoria, l'antocianina, aumentando la temperatura, avrebbe quella ben più importante di favorire la traspirazione delle piante. Per provare un tale asserto l'A. fa notare che la colorazione rossa di molti vegetali (*Nepenthes*, ecc.) appare più intensa nelle foglie appressate al terreno umido ed ombreggiato, anzichè nelle altre meno esposte alla umidità e quindi più soggette alla radiazione solare e che le piante viventi in siti ombrosi e umidi (*Pothos*, *Caladium*, ecc.) dove per la grande tensione del vapore acqueo diffuso nell'atmosfera, l'evaporazione e la traspirazione son rese difficili, hanno parimenti le foglie colorate in rosso.

Lo Stahl cercò di convalidare sperimentalmente il suo asserto ricorrendo, per la misura dell'intensità della traspirazione, alla nota reazione colle cartine di cobalto, o alla ricerca, nelle foglie, per mezzo dello spettroscopio, dei sali di litio fatti artificialmente assorbire alle piante, ma i risultati ottenuti con entrambi i metodi sono ben lungi dal costi-

tuire una prova decisiva, poichè se da un lato, egli potè osservare, colle cartine di cobalto, che i rami sezionati di *Fagus sylvestris*, di *Corylus*, ecc., muniti di foglie rosse, posti colla superficie di taglio in acqua, perdono, per causa della traspirazione fogliare, maggior copia di liquido in confronto di quelli forniti di foglie verdi, in altre circostanze ebbe invece a constatare una più intensa traspirazione in corrispondenza delle parti verdi *(Medicago intertexta)*, senza contare poi che i sopra citati esperimenti fatti coi *Fagus* e *Corylus* riescivano conformi alle sue vedute solo nei casi in cui le piante venivano tenute all' ombra, poichè al sole si ottenevano risultati diametralmente opposti. Così pure i saggi eseguiti coi sali di litio gli diedero assai spesso dei risultati variabilissimi (Monocotiledoni) [1] ed anzi non infrequentemente ebbero a mettere in evidenza una preponderante traspirazione in corrispondenza delle parti verdi, o si mostrarono affatto inadatti alle ricerche a causa della disposizione speciale delle nervature (Dicotiledoni.)

Egli è vero che lo Stahl ritiene che nei casi in cui si ha una minore attività di traspirazione nelle parti rosse, ciò dipende da chiusura degli stomi, o dallo scarso numero di questi organi, ma le prove che egli dà per sostenere una tale ipotesi, non ci paiono troppo persuasive, nello stesso modo che non riteniamo che abbia colto nel segno quando afferma che la localizzazione dell' antocianina nell'epidermide, ad esclusione delle cellule stomatiche adulte, sia una condizione atta a favorire la diffusione del vapore acqueo negli spazi intercellulari e conseguentemente la traspirazione, mentre la presenza di eritrofilla nelle cellule stomatiche in attività tornerebbe dannosa al funzionamento di queste, poichè favorendo la traspirazione, promuoverebbe la chiusura degli stomi.

Lo Stahl crede di poter affermare che l'antocianina quando è localizzata, sotto forma di macchie, nel palizzata o nel tessuto lacunoso, provoca un ingrandimento degli spazi intercellulari *(Ranunculus ficaria)* e delle speciali modificazioni delle cellule del palizzata *(Phytheuma)* e vede in una tale disposizione un diretto rapporto con una più intensa traspirazione.

Per spiegare poi come molte piante tipicamente xerofile (per es. *Sempervivum tectorum*, molte Orchidee delle regioni tropicali ecc.) possano ad un tempo presentare i caratteri propri della xerofilia ed una intensa colorazione rossa per la presenza dell'antocianina, egli ricorre alla singolare ipotesi che tali piante, a seconda dei casi, possano aver bisogno di

[1] In specie le foglie rosse di *Canna* e di *Dracaena* si comportano in modo anomalo.

rallentare o viceversa di accelerare la traspirazione, ciò che è tutt'altro che provato. Così pure ritiene che la presenza dell' antocianina nelle foglie giovani abbia lo scopo di favorire, sempre in grazia dell'aumentata traspirazione, il trasporto dei materiali nutritizi di cui le stesse abbisognano e quindi si comprenderebbe come per lo più il pigmento scompaia, allorchè le foglie raggiungono lo stato adulto.

Da ultimo lo Stahl fa osservare che sulle piante vellutate le papille antocianiche mancanti per lo più sulle parti verdi, avrebbero la funzione di deviare, a guisa di prismi, i raggi luminosi che cadono molto obliqui sulla superficie delle foglie per avviarli verso l'interno del tessuto, trasformandoli nello stesso tempo in radiazioni calorifiche. L'autore illustra il fenomeno per mezzo di una figura schematica. [1]

Le osservazioni che noi abbiamo fatte sulla traspirazione delle piante antocianiche ci portano a ritenere, come si vedrà nella 3ª parte del presente lavoro, che i dati raccolti dallo Stahl sono tutt'altro che adatti a dimostrare che nelle parti rosse abbia luogo una più intensa traspirazione, ma per meglio suffragare il nostro asserto crediamo opportuno, innanzi tutto, di riportare qui, in succinto, gli studi che ha fatto l'Ewart i quali costituiscono anche una critica piuttosto severa delle conclusioni del biologo di Jena.

L'Ewart torna a mettere in onore la teoria del " *Lichtschirm* " come quella, secondo lui, che meglio delle altre spiega quale sia la funzione dell'antocianina. Egli si basa in ispecie sulle osservazioni del Kerner v. Marilaun, dalle quali risulta che il fenomeno della termogenesi inerente alla presenza dell' eritrofilla passa, in molti casi, in seconda linea di fronte all'azione protettrice contro un'eccessiva illuminazione esercitata, dalla stessa sostanza, grazie il suo color rosso, sui granuli clorofilliani, in specie se giovani (Pringsheim), poichè l'eritrofilla assorbe quei raggi che non sono utilizzati dalla clorofilla (Engelmann).

Al pari dello Stahl rileva anche l'Ewart un aumento di 1 a 2 gradi di temperatura coi termometri situati dietro un cumulo di foglie rosse, in confronto della temperatura che si osserva al di dietro di uno schermo costituito da foglie verdi, ma egli giustamente fa notare che il riscaldamento è dovuto unicamente al minor numero di stomi che hanno le foglie rosse e quindi alla diminuita traspirazione. Prova ne sia che al sole ed all'aria secca, come ebbe ad osservare lo stesso Stahl, le foglie verdi, o le parti verdi di quelle rosse, emettono maggior copia di vapor acqueo in confronto di quelle antocianiche. Le parti rosse poi, durante

---

[1] L'Hiller sostiene invece che le papille funzionano da serbatoi di acqua, ciò che a noi pare più consono al vero.

la notte, irradiano talora più delle verdi e perciò si ha infine uno stato di equilibrio.

Contrariamente allo Stahl, quest' autore sostiene che nelle regioni equatoriali la colorazione rossa del fogliame giovane (Felci xerofile ad es.) si verifica di gran lunga più frequentemente nei luoghi aperti anzichè in quelli ombrosi ed umidi. Egli è vero che talora le piante dei siti esposti al sole perdono il colore rosso più presto di quelle crescenti nei luoghi ombreggiati, ma ciò si comprende facilmente qualora si consideri che le foglie delle prime raggiungono più presto di quelle ombreggiate lo stato adulto. D' altronde non si può formulare alcuna regola in proposito poichè non mancano neppure i casi in cui il color rosso si conserva anche nell'età adulta della pianta, viva questa al sole od all'ombra.

L' Ewart ha potuto constatare che molte piante colorate in rosso, perchè viventi in siti esposti al sole, tendono a perdere il pigmento allorchè vengono coltivate all'ombra; oltre a ciò osservò che non poche specie hanno una colorazione rossa solo in corrispondenza della pagina inferiore delle foglie perchè questa, assai sensibile alla luce, nei primi periodi dell'evoluzione del lembo fogliare trovasi appunto, per la sua temporanea orientazione, più esposta della superiore alla radiazione solare *(Musa, Uncaria).* Per un' identica ragione la *Mimosa pudica,* la quale sotto l'azione di una intensa insolazione dispone le foglioline in modo che una parte della pagina inferiore viene ad essere direttamente colpita dai raggi solari, presenta anche una intensa colorazione rossa della regione soleggiata, la quale poi non solo è meno fornita di stomi, ma si mostra ricca di peli ed ha una cuticola alquanto più ispessita che nelle altre regioni del lembo.

Solo in pochissimi casi l'Ewart crede di poter affermare che l' ipotesi dello Stahl sia giusta e fra questi cita l' esempio delle Begonie, ma noi avremo più tardi occasione di dimostrare come neppure qui si possa conciliare, senz'altro, la presenza dell'antocianina con un aumento nella traspirazione.

Neppure l' ipotesi dello Stahl, intesa a svelare le cause della peculiare distribuzione dell'antocianina nell'epidermide, regge alla critica dell' Ewart perchè questi giustamente fa osservare che se le cellule stomatiche sono prive di antocianina, contengono tuttavia della clorofilla (mancante per lo più nelle cellule epidermiche), la qual sostanza, come ebbe a rilevare il Wiesner, ha un potere riscaldante ugualmente intenso, se non forse maggiore, dell'eritrofilla. E noi, per nostro conto, aggiungeremo che colla teoria dello Stahl non si riuscirebbe parimenti a comprendere la presenza dell'antocianina nelle foglie sommerse di talune

piante dei nostri stagni, la formazione del pigmento negli esperimenti dell'Overton più atti ad intralciare che a favorire la traspirazione e la comparsa di tinte vivaci nelle piante alpine viventi in siti poveri d'acqua, o che a causa della bassa temperatura non sono in grado di attingere molta acqua dal terreno.

Dal complesso del lavoro dell'Ewart appare manifesto che questi cerca soltanto di dimostrare che nelle piante antocianiche non vi ha un aumento nella traspirazione, in confronto di quelle verdi, ma non si cura di indagare se il pigmento non abbia anzi la funzione di impedire l'emissione di vapor acqueo dalle piante. Solo accennando alla distribuzione altimetrica delle piante a fogliame rosso nell'isola di Giava, fa osservare che il bisogno di impedire la traspirazione, anzichè quello di favorirla, è la causa della comparsa del pigmento in questione, poichè sulle sommità delle montagne, dove l'aria è secca, il cielo sereno e la radiazione quindi intensa, le piante hanno caratteri xerofili e frequentemente anche colorazione rossa, mentre nelle zone meno elevate, dove la vegetazione è per lo più avvolta da nubi, il colore rosso scompare non essendo quivi più le piante sottoposte ad un'intensa irradiazione e traspirazione.

Anche da un esperimento stato fatto da quest'autore e inteso a dimostrare che le giovani foglie d'*Amhertsia nobilis* mantenute in posizione orizzontale avvizziscono rapidamente, si può arguire che l'Ewart dà maggior importanza alla teoria del " *Lichtschirm* " anzichè a quelle della traspirazione. A riguardo di questa esperienza, giova tuttavia notare, che a nostro modo di vedere, la medesima è ben lungi dal dimostrare che la antocianina per se stessa non serva ad ostacolare la traspirazione, ma indica soltanto che in molte piante equatoriali il pigmento in questione riesce a raggiungere lo scopo solo nel caso che la giovane foglia abbia una orientazione obliqua rispetto ai raggi solari. Infatti già lo Stahl aveva osservato che le foglie pendule e rosse essiccano talora più tardi di quelle verdi ed orizzontali, quando però s'abbia cura di eseguire l'esperimento mantenendo le differenti foglie nella loro orientazione normale.

In conclusione l'Ewart è d'avviso che la funzione dell'antocianina sia quella di fornire uno schermo protettore alla clorofilla ed in specie ai giovani granuli clorofilliani, cui potrebbe riuscir dannosa un'intensa radiazione, in specie nelle giornate fredde (Pringsheim), mentre solo in qualche caso essa gioverebbe alla pianta aumentando leggermente la temperatura. Tali risultati, che vennero recentemente confermati dal Wulff per ciò che riguarda le piante artiche, trovano un appoggio in alcune osservazioni del Keeble state pubblicate quasi contemporaneamente al lavoro dello Stahl.

Il Keeble valendosi del sussidio di potetometri, riusci a dimostrare che nei rami di *Amhertsia nobilis* forniti di foglie verdi passano in media 10 bolle d'acqua in 59 secondi, mentre in quelli provvisti di foglie rosse e pendule lo stesso numero di bolle passa solo in 108 secondi, ciò che prova come le foglie rosse traspirano assai meno. In una altra esperienza eseguita con rami, portante ognuno 10 foglie, ottenne i seguenti rapporti relativamente al passaggio di 10 bolle:

rami con foglie verdi — 120 secondi
rami con foglie bruno verdi — 165 secondi
rami con foglie rosse — 204 secondi.

L'esattezza dei risultati è stata poi dallo stesso autore posta in evidenza col metodo delle pesate, grazie al quale potè stabilire che le foglie verdi possono traspirare da 4 a 20 volte di più di quelle rosse.

Il Keeble non si arrestò a questi dati, ma volle stabilire se il fenomeno della traspirazione fosse in relazione col potere termogenico dell'antocianina e a tale scopo collocò dei termometri tanto al di sopra quanto al di sotto di alcuni cumuli di foglie di *Amhertsia nobilis*, gli uni formati da foglie verdi, gli altri da rosse. I termometri posti al di sopra delle foglie rosse hanno segnato circa 33.8 c., quelli collocati al di sotto invece 32.6 c.: nello stesso tempo i termometri sovrapposti a cumuli di foglie verdi hanno indicato una temperatura di 32.9, quelli posti sotto invece 33.8 c. Da questi risultati il Keeble ha tratto la conclusione che la superficie delle giovani foglie rosse riflette più calore in confronto delle verdi, ed all'opposto queste ultime assorbono una maggior quantità di raggi termici in confronto delle rosse. Il color rosso delle foglie non servirebbe, dice il Keeble, ad accelerare la traspirazione, ma rappresenterebbe unicamente un mezzo di difesa per le piante contro i raggi calorifici e luminosi.

Noi vediamo quindi sempre più rafforzarsi l'ipotesi del "*Lichtschirm*" che venne più tardi anche adottata dal Rathay nel suo studio sulla traspirazione delle foglie di *Vitis* divenute rosse, poichè anche questi trovò che tali organi, staccati dal caule e conservati in mezzo a fogli di carta bibula, emettono minor copia di vapor acqueo in confronto di quelli verdi stati trattati nello stesso modo. Qui però è il caso di domandarci come mai si possa applicare la ipotesi del "Lichtschirm" quando si pensi che l'esperimento venne eseguito mantenendo le foglie in mezzo alla carta che per se stessa ha già il potere di impedire ai raggi luminosi di arrivare alle parti di piante su cui si esperimenta!

Noi non possiamo abbandonare quest'argomento di tanta importanza per noi, senza accennare da ultimo al lavoro di Comes sulla traspirazione dei fiori.

L'esperienze eseguite coi fiori di *Dahlia*, *Pharbitis*, *Zinnia*, ecc., hanno portato quest'autore a concludere che, a parità di peso e di superficie, le varietà di piante a fiori vivamente colorati traspirano di più, alla luce, di quelle bianche o pallide, e ciò malgrado che le corolle rosse contengano maggior quantità di sostanza secca.

Un esperimento eseguito coll'*Iris pseudoacorus* e coll'*Iris germanica* ha pure dimostrato a quest'autore che aumentando l'intensità luminosa aumenta di pari passo la traspirazione, ma i petali paonazzi dell'*Iris germanica* traspirano meno di quelli gialli dell'*Iris pseudoacorus*. Analoghi risultati vennero ottenuti con fiori variamente colorati di *Portulaca grandiflora*, ciò che indusse il Comes a ritenere che il fenomeno della traspirazione florale dipende dalla natura e dalla qualità dei raggi luminosi che vengono assorbiti dai differenti colori delle foglie fiorali.

Il Comes rivolse pertanto la sua attenzione all'influenza che esercitano i raggi di diversa rifrangibilità sulla traspirazione. A tale scopo, avendo sottoposto alla luce azzurra e gialla alcune foglie verdi e rosse di *Achyranthes Verschaffelti* e le corolle porporine o bianche di *Pharbitis hispida* trovò che le foglie rosse traspirano di più dietro gli schermi azzurri e che quelle verdi-gialliccie, pur seguendo la stessa legge, traspirano meno delle rosse perchè queste assorbirebbero maggior quantità di luce.

Lo stesso studio eseguito con fiori di *Tradescantia*, *Escholzia*, *Commellina*, ecc., gli hanno al fine permesso di concludere che i fiori traspirano di più sotto l'azione di quelle radiazioni che sono complementari del colore delle foglie fiorali, o in altre parole, che sono assorbite dai rispettivi colori fiorali. [1]

Per l'esecuzione delle esperienze sopra citate, l'A. si è valso di 1 o 2 corolle e di poche foglie (2 circa) ed ha fatto durare gli esperimenti non più di 3 a 6 ore circa, cio che, a nostro parere, costituisce una causa non indifferente d'errori, come vedremo in seguito. [2]

---

[1] Il risultato concorda con le osservazioni di Kny secondo le quali una foglia rossa posta entro una campana di Prillieux a bicromato di potassa o ad ammoniuro di rame emette una disuguale quantità di calore, essendo lo schermo bleu atto a provocare un maggior innalzamento termometrico.

[2] Anche il Roze (V. *Contrib. à l'étude de l'action de la chaleur sur les enveloppes fiorales*, in *Bull. Soc. Bot. France*, Tome XXXVI.) trova, per mezzo di osservazioni termometriche, che i fiori rossi e violetti assorbono ed emettono maggior quantità di calore, in confronto dei bleu e dei bianchi. La causa di un tale fenomeno va ricercata, sostiene l'A. nel fatto che ogni corpo assorbe con maggior energia quei raggi calorifici che esso stesso più facilmente emette, per cui i fiori rossi assorbendo

Col lavoro del Comes si chiude la lista delle pubblicazioni che vennero fatte per stabilire il rapporto più o meno diretto che corre fra antocianina e traspirazione. Ci siamo alquanto soffermati sui particolari, poichè era nostro intendimento di far rilevare da una parte le divergenze di opinioni e dall'altra di metter in evidenza che nessun autore ha cercato di dimostrare se la antocianina abbia l'ufficio di attenuare la traspirazione, non già funzionando come uno schermo, ma bensì per la sua costituzione fisico-chimica.

CAPITOLO XIV.

Le antocianine in rapporto colle condizioni climatiche e meteorologiche.

L'influenza del clima e delle condizioni meteorologiche per ciò che riguarda l'argomento che abbiamo intrapreso a trattare è così strettamente collegata all'azione spiegata dalla luce, temperatura, umidità, ecc. che a primo aspetto parrebbe superfluo e forse in disaccordo coi criteri scientifici il voler investigare a parte, l'azione di quel complesso di elementi che costituiscono appunto ciò che noi chiamiamo clima e condizioni meteorologiche. Ciò non di meno per mettere in luce, a grandi linee, l'influenza dei due sopra accennati fattori che costituiscono due elementi di grande valore geografico noi ci siamo lasciati indurre a stabilire siffatta separazione. Detta distinzione d'altronde è reclamata dalla circostanza che non sempre si può riportare all'influenza della luce, temperatura, ecc. ma bensì a condizioni di cose ancor poco note talune variazioni di colorazione che presentano molte piante crescenti in differenti plaghe della terra e a differenti altitudini.

---

con maggior energia le radiazioni di corta lunghezza d'onda emettono anche più facilmente le radiazioni rosse che sono quelle portatrici del calore. L'esperimento del Roze non ha tuttavia grande importanza perchè pare che sia stato eseguito senza le dovute cautele. Egli però ritiene, in parte giustamente, che i colori fiorali abbiano lo scopo di aumentare la temperatura degli apparecchi riproduttori anzichè quella di favorire gli incroci.

a) Influenze climatiche.

Le osservazioni che vennero eseguite da alcuni osservatori [1] hanno messo in evidenza, contrariamente a quanto ebbe ad affermare il Moquin Tandon, che i fiori alpini ed in specie quelli delle regioni più elevate presentano una tinta molto più carica di quelli della pianura.

La conferma sperimentale di questo fatto venne fornita dal Bonnier, il quale avendo raccolto differenti specie di piante e divisi i ceppi in due o più porzioni per coltivarne di poi una parte in pianura l'altra in montagna constatò, per mezzo del cromometro, che le porzioni di ceppi coltivati in montagna sviluppavano dei fiori a tinte molto più cariche di quelli trapiantati in pianura.

Il Musset ed il Müller vollero attribuire la causa del fenomeno unicamente ai rapporti tra piante ed insetti, ma con molta maggior ragione il Bonnier, il Flahault e l'Haeckel fecero osservare che la più intensa colorazione appare nelle piante alpine già nel primo anno di coltivazione, ciò che non può conciliarsi coll'idea di una selezione operata per mezzo degli insetti chè solo più tardi avrebbe dovuto manifestarsi. D'altronde il Kerner ha constatato che nelle alte regioni delle Alpi possono solo vegetare quelle piante di pianura capaci di formare dell'antocianina a difesa contro l'intensa insolazione.

È duopo notare però che alcune piante *(Viola, Geranium, Pinguicola)* non reagiscono sempre nello stesso modo alle influenze dipendenti dall'altimetria, ma presentano delle variazioni discordanti, piuttosto oscure nella loro intima essenza (Müller).

Egli è quindi probabile che, oltre alla luce, anche altri fattori contribuiscono a dar il tono di colore ai fiori alpini; ed infatti si è constatato (Sargnon) che i fiori alpini, posti in condizione di sviluppare vigorosi gli organi vegetativi, diminuiscono alquanto la vivacità dei colori florali, quasi che esistesse una condizione di equilibrio tra lo sviluppo delle parti vegetative e la bellezza degli organi di riproduzione. Forse in questi casi non è estranea, a nostro parere, l'influenza dell'assimilazione fotosintetica del carbonio.

Alcuni osservatori, fra i quali Schröter, Geissler e Keller hanno voluto rilevare una predominanza di certe tinte nei fiori alpini, come ad esempio il rosso ed il bleu, ma a quanto pare ciò venne di poi messo

---

[1] V. i lavori di Heckel, Bonnier, Flahault, Rosenkampf, Hoffmann, Sargnon, Vilmorin, Müller, Keller, Pellat, Schröter, Fisch, etc.

in dubbio dalle osservazioni del Fisch e del Natoli. Quest' ultimo constatò che in talune montagne della regione ticiuese predominano i fiori gialli. Altri invece (Taliew) riconobbero la presenza di tinte sociali e citano ad esempio: l'*Anemone ranuncoloides* che, di color giallo in tutta Europa, ha dato origine, nei monti Urali, alla varietà *Uralensis* spesso di tinta bleu o rosa.

I risultati che si sono ottenuti dallo studio della flora alpina ha indotto non pochi botanici (Griesbach, Bonnier, Flahault, Eckstam, Pellat, ecc.) a stabilire dei confronti colla flora artica e da questi è stato assodato che nelle regioni nordiche, a causa della più lunga insolazione che si verifica nei mesi d'estate e della necessità in cui si trovano le piante di utilizzare rapidamente la radiazione solare, i fiori sono più vivamente colorati (Warming, Wille, Schubeler, Bonnier e Flahault). Secondo l'Eckstam poi allo Spitzberg predominerebbero i colori bianchi, gialli e verdi, mentre i colori rossi sarebbero scarsi e mancherebbe poi quasi del tutto il bleu, ma ciò non avrebbe che una importanza locale, poichè parrebbe anzi accertato che in molte regioni del nord i fiori bianchi tendono ad assumere una colorazione gialla o violetta (Schubeler).

Se ora dalle regioni artiche ci portiamo verso l'equatore, vediamo che la vivacità delle tinte, sia fogliari che fiorali, dopo di aver subito una diminuzione nelle zone temperate va a mano a mano di nuovo crescendo verso le latitudini basse. Il De Candolle pel primo avrebbe segnalato il fenomeno che più tardi venne posto in maggior luce dal Lecoq nella sua opera: “*Sur la distribution géographique des végétaux à fleurs colorées*„, ma limitatamente alla flora dell'Europa e dell'Algeria, e dall'Heckel per ciò che concerne le regioni equinoziali, calde e soleggiate, nelle quali quest'autore ebbe a rilevare la grande prevalenza di fiori assai vistosi e vivamente colorati.

Considerando pertanto il fenomeno della formazione dell'antocianina, a grandi tratti e dal punto di vista teorico, si può affermare che la vegetazione terrestre presenta tre grandi massimi di colorazione antocianica il primo dei quali sarebbe localizzato nelle regioni equatoriali, il secondo nelle regioni nordiche e il terzo nelle regioni alpine.

Non pochi lavori concernono peculiari colorazioni che vennero constatate in talune regioni fiorali più o meno limitate, ma la maggior parte di tali osservazioni, fatte senza il controllo di criteri sufficientemente scientifici, non hanno grande valore. Noi ricordiamo adunque soltanto che il Gain trovò che il clima secco favorisce lo sviluppo dell'antocianina nei tuberi di *Helianthus* e di *Solanum*, che il Meeham e lo Stahl hanno riscontrato una colorazione rossa autunnale più intensa

e più diffusa nell'America del Nord, anzichè in Europa e che infine tanto il Kerner v. Marilaun per la *Viola calcarata* che è bleu nelle Alpi centrali gialla nel Krain, per l'*Astragalus*, per la *Nigritella*, per l'*Anemone* ecc. quanto il Taliew per l'*Anemone patens* per l'*Iris Pumila* ed altre piante ebbero a verificare delle variazioni locali di tinta le quali sarebbero in rapporto colla colorazione fondamentale delle altre piante con cui le sopra ricordate specie vivono commiste, od in altre parole rappresenterebbero dei colori di contrasto destinati a mettere maggiormente in vista il fiore ricercato dagli insetti fecondatori.

Chi desiderasse maggiori ragguagli su quest'argomento di così grande importanza dal punto di vista della biologia, può consultare ancora i lavori di Verhoeff, Blumentritt, Landerer, Arcutt, Mac Leold, Warming, Wallace, Volkens, ecc.

b) Influenze meteorologiche.

Alcuni botanici fra i quali l'Hoffmann, l'Eckard e lo Schmit Grace (V. Cap. III), pur non disconoscendo il legame che esiste fra le condizioni climatiche e meteorologiche, tendono tuttavia ad attribuire esclusivamente a peculiari fenomeni meteorologici, non ben definiti nella loro natura, alcune variazioni di colorazione. Tale sarebbe il caso per la virescenza dell'*Aquilegia* (Hoffmann) e per i temporanei cambiamenti di colorazione che presenta la *Swaisonia procumbens*, i cui fiori all'apertura sono di color lilla poi si fanno parzialmente rossi, quindi bleu carnicini ed infine diventano rosso rosei. Oltre a ciò spesse volte i petali acquistano di nuovo la colorazione che avevano nel momento dello sbocciamento, ma dopo un po' di tempo ricominciano il ciclo delle mutazioni di tinte. L'Eckart che studiò il fenomeno, ritiene che esso dipenda dallo stato elettrico dell'atmosfera, avendo egli potuto ottenere artificialmente le descritte variazioni di tinta sottoponendo la pianta alla corrente elettrica: noi riteniamo che la spiegazione sia molto azzardata non potendosi senz'altro porre fra loro a confronto i fenomeni naturali metereologici da una parte e la corrente elettrica artificiale dall'altra, la cui energia dissociante con tutta facilità riesce a cambiar lo stato di equilibrio e la costituzione delle molecole, come si è visto negli esperimenti di Schell. D'altra parte ben altri fattori (stato acido od alcalino delle cellule) possono provocare i singolari fenomeni manifestati dalla *Swaisonia*.

CAPITOLO XV.

Le antocianine ed i fenomeni fenologici.

Lo studio delle condizioni che provocano nei differenti periodi dell'anno la comparsa o viceversa la scomparsa dell'antocianina è stato appena abbozzato, non potendosi attendere risultati di una qualche portata fino a tanto che non saranno meglio conosciute tutte le condizioni che presiedono alla formazione dei pigmenti nelle piante.

Fra i fenomeni dipendenti dai processi fenologici dobbiamo ricordare, innanzi tutto, come assai studiato, quello della colorazione rossa autunnale delle foglie [1] che si manifesta nel *Cyssus*, *Mahonia*, *Vitis*, *Liquidambar* ed altre piante e dipenderebbe, secondo la maggior parte degli autori, da un indebolimento dell'attività delle foglie e di altri organi (peduncoli fogliari e florali, rami, ecc.) causato dai primi freddi ed accompagnato da fenomeni di ossidazione, dipendenti dall'azione della luce, sia diretta che diffusa, non sviluppandosi il pigmento nelle parti che stanno all'ombra.

È degno intanto di nota il fatto che le parti arrossate, sebbene contengano quasi la stessa quantità d'acqua di quelle ancora verdi, hanno pur tuttavia tendenza a cadere più presto di queste.

Secondo il Wiesner non esiste una pianta che all'autunno assuma esclusivamente la colorazione rossa, poichè tutte quante le piante che vanno soggette ad una tale tinta presentano pure più o meno marcata la colorazione gialla autunnale del fogliame.

Il Mer fa osservare che le foglie arrossate della *Mahonia* non tornano più a riprender nella primavera il color verde e che la colorazione rossa non può apparire due volte di seguito nella stessa foglia, ma noi abbiamo constatato nel modo più sicuro che l'opposto può aver luogo, *(Mahonia*, *Paeonia)* ed altri autori hanno pure veduto riprodursi più volte il colore rosso nell' *Ilex*. Solo sta il fatto che molte foglie arrossate hanno tendenza a staccarsi dalle piante verso la fine dell'inverno.

Il color rosso appare per lo più là dove si trovano ancora abbondanti accumuli di clorofilla nelle foglie (Stahl) ed in specie in vici-

[1] V. i lavori di Mohl, Wiesner, Haberlandt, Finkelmann, Folson, Canning. Schenkling, Thomas, Mer, Sorby, Newberry, St. Paul, Clacer, ecc.

nanza delle nervature. Ma questo non indica in alcun modo che esista un legame diretto, come vorrebbe il Rathay, fra le due sostanze, non essendo rari i casi in cui la colorazione appare in certi elementi affatto privi di clorofilla come ad esempio alla base della foglia di alcuni *Sempervivum* (Haberlandt) o nell'Epidermide.

Assai più diffusa, in natura, dell'arrossamento autunnale è la colorazione rossa primaverile delle foglie e dei cauli: su questo argomento però ci siamo già altrove soffermati a lungo perchè sia il caso di tornare a trattarlo, tanto più che dal punto di vista fenologico mancano del tutto le osservazioni comparative in differenti regioni della terra.

Un argomento alquanto più studiato e di non poco interesse è quello che si riferisce alla predominanza di certe colorazioni fiorali in rapporto coi differenti mesi dell'anno in cui i fiori si aprono. Noi riporremo qui le scarse nozioni che ci fu dato di rilevare spogliando la letteratura.

Il Robertson fa notare che la presenza di determinati fiori e quindi di determinate colorazioni fiorali è collegata colla presenza di speciali insetti. Il Bennet trova che su 68 fiori da lui studiati e che si sviluppano in primavera nell' Inghilterra, se ne incontrano 26 bianchi, 17 gialli, 11 bleu o violetti, 9 verdi e 5 rossi, mentre da una lista di 50 fiori primaverili sviluppatisi nella Svizzera 18 sono bianchi, 10 rossi, 8 bleu ed 1 verde. Le differenze notate derivano dalla più intensa radiazione solare che si verifica nella Svizzera in confronto coll'Inghilterra. L'autore però non potè mettere in evidenza una vera legge che regoli la comparsa dei colori in rapporto colle differenti stagioni, sebbene egli inclini a credere che l'illuminazione e colorazione siano due elementi fra loro collegati.

Il Jacobson si limitò a studiare il fenomeno nell'*Epatica triloba* venendo alla conclusione che le varietà rosse fioriscono per le prime, poi vengono le bleu e da ultimo le bianche: ad un risultato non diverso giunse il Taliew il quale osservò che nella *Borrago officinalis* vi ha differente colorazione nei fiori a seconda che questi sbocciano più o meno presto.

Interessanti risultati ha pure ottenuto a questo riguardo, ma limitatamente alla flora ticinese, il R. Natoli (*Il colore predominante nei fiori.* Lugano 1900). L'A. dopo aver premesso che nella stessa predominano i fiori gialli (380), poi vengono i bianchi (369), i rossi (123), i verdi (122), i violetti (119), gli azzurri (115), i porporini (101), ed infine i rossi (97), dà il seguente specchietto per le differenti colorazioni fiorali nelle varie stagioni:

Colore dei fiori	Primavera	Estate	Autunno	Inverno
Giallo	199	242	43	2
Bianco	151	222	21	5
Verde	45	44	10	0
Rosso	65	61	11	0
Violetto	35	53	7	0
Azzurro	74	72	12	0
Porporino	65	76	9	2
Rosa	63	71	15	0

Questi risultati concordano anche in gran parte con quanto ebbe a verificare sui monti ticinesi (Sopra e sotto Ceneri).

L'Hoffmann notò che la *Siringa*, il *Crocus vernus* ed il *Nerium* a fiori bianchi fioriscono alcuni giorni prima delle varietà colorate, mentre all'opposto non si riscontrano differenze quando si esaminano le varietà rosse o bianche di *Helianthemum polipholium, Sedum album*, *Salvia horminum*, ecc. Lo Schubeler osserva che il *Lamium album* produce petali screziati di violaceo in autunno.

Infine il Drummont studiando la flora d'Ontario e di Quebeck, ebbe a verificare che in aprile e giugno predominano i fiori bianchi, in luglio ed agosto i gialli e da ultimo in settembre ed ottobre i rossi e bleu. [1]

È d'uopo pertanto concludere che uno studio un po' accurato di queste questioni porterà col tempo molta luce sulla biologia delle piante, ma intanto noi non possiamo far a meno di osservare che in siffatto genere di ricerche bisogna procedere con grande cautela potendo verificarsi, ad esempio, che molti casi di peculiari colorazioni non appartengano alla categoria dei fenomeni dipendenti dalla fenologia, ma siano provocati da altre cause.

Ancor meno conosciute delle leggi che governano la comparsa dell'antocianina sono quelle che regolano la sua scomparsa nei diversi periodi dell'anno e nelle differenti piante, e ancor poco accertati sono i fatti che sotto questo punto di vista hanno attinenza colla fenologia. Così ad esempio tanto dall'Overton che dal Grace Smith (V. Cap. III) e da noi, venne accertato che non poche piante, le quali in primavera sviluppano delle foglie antocianiche, più tardi danno origine a foglie verdi o nelle quali il color rosso ha brevissima durata; egli è pure

[1] Sulla predominanza di certi colori sia nei frutti che nei semi, ma indipendentemente dai rapporti colla fenologia, ha discusso il Saunders nella sua opera: *The colours of fruits in the Norten United States*. L'A. trova che il 45 % dei frutti e semi sono oscuri, il 33 % neri, mentre scarsi sono i gialli e rossi (Hardwiche Sc. Goss.).

manifesto che le varietà rosse di *Corylus* tendono nell'estate ad assumere una tinta più o meno verde e che le foglie rosse, nell'autunno, di *Mahonia*, tornano verdi in primavera, ma fino a tanto che noi non avremo fatto degli studi comparativi in differenti regioni della terra, questi fatti rimarranno destituiti di importanza, tanto più che difficilmente si potranno distinguere da quei casi in cui la scomparsa della antocianina non è collegata alle condizioni fenologiche, ma avviene in qualsiasi epoca dell'anno.

I processi che apportano alla scomparsa del pigmento costituiscono fino ad ora un enigma. Tutti ammettono come probabile che l'inverdimento vada ricercato in fenomeni di assorbimento o di riduzione, i quali poi possono esser localizzati a determinati gruppi di elementi come ne abbiamo un bellissimo esempio nel *Coleus Verschaffelti* le cui foglie allo stato giovane sono impregnate uniformemente di antocianina e che più tardi soltanto si localizza nelle cellule epidermiche (Pick).

CAPITOLO XVI.

Le antocianine considerate in rapporto alla fecondazione ed all'ereditarietà.

Le piante coltivate e quelle che più di frequente cadono sotto il controllo dell'osservazione (*Bellis*, *Polygala*, *Mesembryanthemum*, *Mais*, *Calceolaria*, *Anemone*, *Viola*, *Convolvulus*, *Vitis*, *Helianthemum*, *Linaria*, *Gentiana*, *Dahlia*, *Dianthus*, *Pelargonium*, *Rosa*, *Fragaria*, *Primula*, *Papaver*, *Iris*, ecc.) presentano di frequente delle variazioni di colorazione nei fiori, nei frutti e nelle foglie, di guisa che appare lecito ritenere che ben poche specie di piante riescano, nel corso di parecchie generazioni, a sottrarsi alle cause che inducono siffatte variazioni.

La estesissima letteratura che possediamo sull'argomento [1] ci ha

[1] Vedi i lavori di Ludwig, Saint Leger, Purkinie, Pfuhl, Beck, Delpino, Präger, Dufour, Wallace, Tassi, Lecbody, Magorsy, Klein, Webster, Colgar, Murr, Frank, Moquin Taudon, Saint Hilaire, Sorauer, Hoffmann, Maguns, Iacob, Henslow, Davemport, Iones, Steward, Penzig, Gogginger, Wilson, Turner, Mott, Darwin, Abraham, Hildebrandt, Brant, Borbas, Gärtner, Borbas Beyley, Knight, ecc. Alcuni di questi autori come ad esempio il Mioski, il Morel, il Gärtner ed altri, hanno studiato la questione dal punto di vista sperimentale.

già posto in grado di conoscere non pochi fattori della variazione come ad esempio la radiazione, il terreno, la nutrizione, ecc., a riguardo dei quali abbiamo tenuto parola nei precedenti capitoli e dovremo fra poco occuparci trattando dell'antocianina nei suoi rapporti colla patologia vegetale. Ma l'importanza di tutte queste cause appare ben poca cosa in confronto di un altro elemento, l'ereditarietà, il quale governa e regola l'evoluzione di tutti gli organismi, siano vegetali che animali.

Le variazioni di colorazione (eteranteria) dovute all' ereditarietà od a cause che probabilmente all'ereditarietà hanno strettissima attinenza (variazione delle gemme), oltre all'avere un interesse assai grande dal punto di vista anatomico e morfologico, presentano pure un'importanza capitale pel fatto che permettono ai botanici di addentrarsi nelle più ardue questioni della filosofia naturale e di studiare le grandi leggi dalle quali dipende l'evoluzione dei vegetali.

Considerata sotto questo punto di vista, l'antocianina costituisce quasi un indicatore dell'ereditarietà, nello stesso modo che la tintura di tornasole è un indicatore della costituzione acida od alcalina di una data sostanza, poichè se si incrociano fra loro due esseri diversamente colorati dell'antocianina, [1] possiamo seguire il filo della evoluzione e la filogenesi dei discendenti e studiare così i rapporti che questi contraggono piuttosto coll'uno che coll'altro dei progenitori, preoccupandoci quasi unicamente di seguire le variazioni di colore che i discendenti presentano nelle differenti parti del loro corpo e più specialmente nel fiore e nel frutto.

Duplice è la sorte cui può andare incontro l'antocianina in seguito ai processi di fecondazione: innanzi tutto, e questo è il caso più semplice, essa può ripresentarsi nei discendenti mantenendo, talora, persino la costituzione chimica che aveva in uno dei progenitori, vale a dire, presentandosi sotto forma di antocianina acida od alcalina (rispettivamente di antocianina colorata in rosso o bleu violetto), oppure scomparire totalmente negli ibridi, dando così luogo a fenomeni di virescenza, di albinismo o di eterocromia, nei quali il color proprio dell'antocianina è sostituito da quello dovuto all'aria raccolta negli spazi intercellulari (albinismo), o dalla colorazione provocata dalla presenza di cloroplasti (virescenza), o di cromoplasti (eterocromia), [2] questi ultimi impregnati di sostanze appartenenti alla serie xantica del De Candolle.

---

[1] Lo stesso può dirsi per gli altri pigmenti vegetali dei quali però non intendiamo di occuparci.

[2] In qualche raro caso l'eterocromia è dovuta a pigmenti gialli disciolti, pure appartenenti, secondo alcuni autori, alla categoria dell'antocianina.

Fra queste variazioni nella colorazione, l'albinismo e la virescenza sono quelle che presentano maggior interesse, inquantochè la prima, stando ai dati raccolti dall'Hoffmann, dal De Vries, dal Darwin e da altri, si presenta più fissa e più facilmente trasmissibile alle generazioni successive, mentre la seconda è collegata assai spesso a quelle modificazioni nella simmetria fiorale conosciute sotto il nome di Pelorie.

Col sussidio di queste considerazioni d'indole generale, noi possiamo ora entrare nella questione concernente le variazioni che la fecondazione incrociata e l'ereditarietà fanno subire all'antocianina e studiare le leggi con cui questo pigmento torna a presentarsi nei discendenti.

Il Darvin, nella sua opera *Origin of species by means of natural selection*, ma più particolarmente ancora in quella *Variations of animals and plants under domestication,* si sofferma a lungo a discutere, dal punto di vista della selezione, il problema della variazione, trattando in particolar modo delle variazioni di colore dei fiori, dei frutti e delle foglie delle quali riporta una lunghissima serie di esempi.

Lo studio delle variazioni nella colorazione fiorale dovuta all'influenza degl'incroci, ha portato il Darwin a ritenere che in quasi tutti i casi in cui si incrociano fra loro due tipi forniti di fiori diversamente colorati, i discendenti tornano all'uno o all'altro tipo di progenitori, ma sotto questo punto di vista, è d'uopo notarlo, le osservazioni del Darwin sono di gran lunga inferiori a quelle del Mendel e degli autori più recenti.

Forse l'aver raccolto un numero troppo grande di casi incompletamente studiati, è stata la causa per cui il grande biologo non ha potuto arrivare ad una conclusione più sintetica del fenomeno della ibridazione ed anzi qualche volta è giunto a risultati che non corrispondono alla realtà dei fatti.

Secondo il Darwin anche moltissimi casi di “ variazioni per gemme „ che danno appunto luogo a variazioni nella colorazioni fiorale, costituiscono degli esempi di “ riversione „ però egli non esclude che taluni di essi non possano appartenere alla classe dei fenomeni accidentali dovuti a cause ignote, ma non aventi relazione coll'ereditarietà. Comuni nelle specie perenni, un po' più rare nelle annue *(Convolvulus)*, le variazioni per gemme si mostrano, secondo il Darwin, assai spesso in quelle piante che vennero trasportate da una regione in un'altra e più particolarmente in quelle piante proprie dei climi temperati che subirono l'influenza dei climi tropicali. La coltura, la nutrizione e l'insolazione sono quindi tre fattori che possono tornare di aiuto all'ereditarietà nella manifestazione di tali anomalie, come già ebbe a dimostrare del resto l'Hildebrandt, le quali poi possono ad arte venire

esagerate quando si procuri lo sviluppo delle gemme più prossime a quella soggetta alla variazione e si sopprimano le altre. Del resto il Darwin fece osservare che anche lo stesso innesto può esser causa di variazioni di colore, come si osserva nel *Cytisus Adami* e nel *Cytisus Alpinum-Laburnum.*

Egli è infine merito del Darwin di aver saputo metter in chiaro alcuni fenomeni che egli chiamò col nome di " variazioni analoghe e correlazione di tinte „ le quali si osservano nelle differenti parti di una data pianta allorchè la stessa è andata soggetta, in un dato organo, a qualche mutazione (*Dahlia*, *Phaseolus*, *Tulipa*, ecc.) contribuendo così ad aumentare la casuistica che sullo stesso argomento era stata già raccolta dall'Hoffmann.

In un lavoro, che solo recentemente è stato rimesso nell'onore che a giusto titolo si merita, il Mendel, basandosi sui risultati ottenuti da incroci di differenti varietà di piante che si distinguevano fra loro in particolar modo per differente colorazione dei fiori e di altre parti, cercò di stabilire come si comportavano, di fronte ai progenitori, gli ibridi originati da tali incroci, per rispetto alla colorazione che assumevano e ad altre particolarità.

In questo studio il Mendel ha fatto rilevare che fra i caratteri presentati dai progenitori (colorazione, ecc.) alcuni si manifestano più o meno integralmente nei discendenti della prima generazione e rappresentano quindi i così detti " caratteri dominanti „ mentre altri non si rivelano, ma rimangono conservati allo stato latente e formano la categoria dei " caratteri recessivi „.

Nelle successive generazioni di ibridi, quando si abbia cura di regolare opportunamente gli incroci, i caratteri latenti, a quanto pare, tornano a mettersi in evidenza ed anzi il Mendel ha trovato una formola atta ad indicarci in quale misura gli stessi tornano a manifestarsi negli ibridi di 2.ª generazione.

L'insorgere di questi caratteri è dovuto al fatto che nella formazione dell'apparato maschile e femminile della prima generazione degli ibridi, i caratteri materni e paterni (caratteri dominanti e recessivi) tornano a separarsi nettamente, mentre prima erano in certo qual modo fusi assieme ma solamente, i dominanti, avevano il sopravvento.

Il Mendel però ha notato che non sempre gli ibridi seguono la legge sopra annunciata, ma talora sviluppano dei colori che non sono reperibili nei progenitori, ed uno degli esempi tipici di guesto genere e dato dal *Phaseolus*.

Anche il Focke, per quanto riguarda il colore degli ibridi, ha pure dimostrato che la colorazione degli stessi non è già quella che risul-

terebbe qualora si avesse una semplice mescolanza di due colori differenti, ma è subordinata a leggi speciali che sono appunto quelle di Mendel.

Recentemente il Correns nelle sue interessanti ricerche sulle Xenie [1] di talune piante ed in ispecie su quelle del *Mais*, che si presta assai bene per tali studi, mostrando le differenti razze, variazioni notevoli nella colorazione dell'albume, dello strato aleuronico, del tegumento ecc. (in gran parte dovute a speciali antocianine), giunse alle seguenti conclusioni:

1.° Il bastardo si avvicina per lo più ad uno dei progenitori (quando questi hanno colori differenti) come si verifica nella *Mathiola*.

2.° Molto spesso *(Mathiola)* l'ibrido rassomiglia più alla madre.

3.° In qualche caso la legge di Mendel non è applicabile e talvolta la colorazione dei discendenti differisce da quella di entrambi i progenitori.

4.° Nella prima generazione si presenta il carattere dominante, nella seconda tanto questa quanto il recessivo nella proporzione di 1 a 3. In qualche caso però i caratteri dei due progenitori si presentano accoppiati in tutti i semi (omogonia).

5.° Per ciò che concerne le successive generazioni se l'incrocio si effettua in modo che solo i caratteri recessivi si uniscano fra loro, gli ibridi di 3ª o 4ª generazione presentano sol più il carattere dei loro progenitori: non così ha luogo quando si tratta di caratteri dominanti.

6.° In qualche caso si incontrano delle Xenie che presentano tanto i caratteri materni che paterni (xenie omodiname) in opposizione alle Xenie eterodiname nelle quali è distinto il solo carattere dominante.

Il Correns trova nelle recenti ricerche del Nawaskin e del Guignard sulla doppia fecondazione, la soluzione del complesso problema concernente la produzione delle Xenie. E per quanto in particolar modo riguarda il *Mais*, egli suppone che anche qui possa aver luogo la fecondazione dell'endosperma e di conseguenza abbia pure a manifestarsi l'influenza dei caratteri paterni nello sviluppo dell'albume sotto forma di colorazione e di altre particolarità proprie dell'elemento fecondatore. Per spiegare poi come predominino negli ibridi assai spesso i caratteri materni (vedi legge 2.ª di Correns) l'autore fa osservare che nella fecondazione del sacco embrionale l'accoppiamento ha luogo fra due nuclei materni (i due nuclei polari) ed uno solo paterno (se-

[1] Questo nome fu proposto dal Focke e serve ad indicare le variazioni di forma e di colore che l'azione del polline straniero induce nell'endosperma dell'ovulo fecondato.

condo gamete maschile) per cui deve necessariamente risultarne una predominanza dell'elemento materno.

Il Correns non accetta però senz'altro questa spiegazione, ma ritiene che la comparsa di caratteri paterni possa anche esser chiarita ammettendovi l'intervento di speciali diastasi, od enzimi, secreti dal tubo pollinico o portate con sè dal nucleo maschile.

Egli tentò di dimostrare il fatto sperimentalmente, ma i risultati furono negativi.

Qualunque possa essere la causa della comparsa dei caratteri paterni (colorazione) nel seme, tale fenomeno acquista un'importanza capitale, allorchè si esplica fuori del campo d'azione del tubetto pollinico, vale a dire nelle pareti ovariche (Xenocromia di Tschermack).

I casi di Xenocromia son tutt'altro che rari: il Wilmorin ne riporta alcuni stati osservati nelle Palme *(Phoenix* e *Chamaerops)*: il Laxton osserva che se si incrociano talune varietà bianche di piselli con altre azzurre, si possono ottener accoppiate le due colorazioni non soltanto nei semi, ma anche nei legumi degli ibridi: il Gartner e il Knigt riferiscono che l'incrociamento delle varietà bianche dell'uva con quelle nere, provoca spesso la comparsa di grappoli a bacche striate di bianco e di nero: infine l'Harsten segnala analoghe variazioni nel frutto di *Solanum Licopersicum* fecondato con *Solanum edule.*

In tutti questi casi, come in quelli riportati dal Correns, non si può in alcun modo parlare di influenza diretta del polline sul tessuto dell'ovario, non potendo quello esercitare la sua azione che sulla cellula ovo e sui nuclei polari del sacco embrionale, vale a dire sull'embrione e sull'endosperma od albume ed in conseguenza è d'uopo per forza ammettere che l'influenza sia puramente indiretta ed analoga, forse, a quella che provoca lo sviluppo dell'ovario, allorchè il tubetto pollinico viene a cadervi sopra ed a germinare senza determinare tuttavia la fecondazione dell'ovulo. [1]

Quasi contemporaneamente al Correns, il De Vries pubblicava una serie di lavori sulla produzione dei nuovi caratteri, sulla fissazione delle

[1] Ancor più oscuri e singolari, sotto questo punto di vista, sono i fenomeni stati segnalati dal Buchenau. Quest'autore avendo coltivato una varietà di *Pelargonium* a fiori scarlatti in mezzo a due esemplari a fiori rosei-rossi vide svilupparsi nella stessa, un ramo portante dei fiori rosso rosei. Egli ritenne che si trattasse di fenomeni dipendenti da variazione nelle gemme sotto l'influenza delle piante circostanti e li denominò xenocromie, ma è poco probabile che l'interpretazione sia giusta. Qualche cosa di analogo ebbe ad osservare uno di noi nei Giacinti, ma noi non esitiamo ad affermare che sino a tanto non si riescirà a studiare il fenomeno sperimentalmente non si potrà portare un giudizio su tali cambiamenti di colorazione.

variazioni, sull'eredità e sulla disgiunzione dei caratteri negli ibridi, che raccoglieva di poi nella classica opera: *Die Mutationstheorie.*

In questo splendido lavoro, inteso a dimostrare che il concetto Darwiniano dell'origine della specie non regge alla critica, poichè i cambiamenti lenti di costituzione, dovuti alla selezione, non arriverebbero a produrre nuove specie, ma solo delle variazioni più o meno persistenti e non suscettibili di un perfezionamento costante, l'A. conclude che le specie insorgono improvvisamente, come, ad esempio, ebbe ad osservare per parecchie specie di *Oenothera,* fra le quali l'*Oenothera rubrinervis* caratterizzata, fra l'altro, dalla colorazione antocianica del calice e delle nervature fogliari, la quale è specifica, ma può andare soggetta a leggere variazioni a seconda delle condizioni in cui vive la pianta.

Il sorgere improvviso di talune caratteristiche progressive, la persistenza delle stesse durante la vita dell'individuo, che pel primo le ha manifestate e nei discendenti di questo, costituiscono, secondo il De Vries, il fondamento per la comparsa di nuove specie, e quindi noi possiamo considerare come specie buone o per lo meno come specie incipiente (primordi di specie) tanto le due forme di *Anagallis*[1] diversamente colorato dall'antocianina, quanto alcune forme di *Quercus, Corylus, Mahonia* a foglie rosse.

È duopo però notare che le variazioni basate esclusivamente sulle caratteristiche di ordine secondario, quali appunto son quelle della colorazione, non sempre possono dar diritto alla formazione di una specie, trattandosi di caratteri che per lo più entrano nell'orbita della così detta " variabilità fluttuante ", ma occorre che le stesse siano accompagnate da altre variazioni interessanti l'individuo intero (variazioni correlative), inquantochè le variazioni che colpiscono unicamente un organo, per lo più non rappresentano altro che delle mostruosità.

Nè l'insorgere di taluni caratteri può sempre venir considerato come una tendenza alla variazione, e tanto meno alla mutazione, poichè molte volte trattasi soltanto di accidentalità passeggere o di fenomeni di riversione, vale a dire di ritorni al tipo di un progenitore più o meno lontano (*Crataegus, Tulipa,* ecc.)

Un'attenta critica delle osservazioni del Mendel ha permesso al De Vries di dimostrare che i bastardi, per quanto ha riguardo alle proprietà antagonistiche dei progenitori (colori, ecc.), rassomigliano per lo più ad uno di questi e che le caratteristiche da maggior tempo fissate, sono quelle che quasi sempre si presentano come dominanti nel

[1] L'Hoffmeister ed il Gärtner trovarono che l'incrocio, fra loro, delle due forme rimane sterile, ma lavori recenti avrebbero posto in dubbio il fatto.

bastardo. Però in qualche caso non ha luogo disgiunzione dei caratteri dei progenitori nei discendenti (falsi ibridi del Millardet), oppure la disgiunzione avviene secondo altri principi che non sono quelli stati enunciati dal Mendel (disgiunzioni arisogame).

Gli esperimenti di incroci che il De Vries ha fatto coll'*Anthyrrhinum*, *Silene*, *Prunella*, ecc., hanno dato a questi il mezzo di estendere e completare, sempre in base alle colorazioni negli ibridi, le leggi di Mendel concernenti la separazione dei caratteri.

Assai interessanti a questo proposito sono le osservazioni sulle colorazioni settoriali che presentano alcune piante ibridi e di cui se ne ha un bellissimo esempio nell'*Anthyrrhinum majus striatum*. Le colorazioni o variazioni settoriali sono caratterizzate da ciò, che un lato dell'infiorescenza porta dei fiori di un dato colore, l'altro lato invece dei fiori con differente tinta: al limite poi fra le due formazioni si osservano spesso dei fiori adorni di entrambe le sorta di tinte, le quali però son disposte in modo che la metà di un petalo rimane colorata in un modo, l'altra in un altro. La comparsa di colorazioni settoriali è sempre in relazione colla natura ibrida della pianta ed indica inoltre che i suoi progenitori erano diversamente colorati l'uno per rispetto all'altro.

Il De Vries, applicando il sistema delle curve Galtoniane è riuscito a dimostrare graficamente in quale misura i due progenitori partecipano alla produzione delle differenti colorazioni nei discendenti e ad isolare così in certo qual modo i due elementi atavici. Oltre a ciò potè rilevare, almeno per gli ibridi dell'*Anthyrrhinum majus striatum*, che essi hanno marcata tendenza, a tornare verso uno dei progenitori. [1]

Il De Vries spiega la comparsa delle variazioni settoriali colla teoria del Vilmorin, secondo la quale tali variazioni dipendano da ciò che una pianta a fiori colorati ad un dato momento comincia produrre fiori bianchi (o gialli) che, dopo un periodo più o meno lungo, durante il quale la metamorfosi ha potuto fissarsi, per un fenomeno di riversione cambiano di nuovo tinta e diventano così screziati o striati. [2]

Noi non possiamo addentrarci più minutamente nella disanima del bellissimo studio del De Vries, e perciò rimandiamo il lettore all'opera originale: intanto prima di chiudere la presente rassegna segnaleremo

[1] Il Delpino invece ammette che in generale possano iniziare la comparsa di specie nuove.

[2] Esempi classici di variazioni vettoriali oltre a quelli citati dal De Vries e quello offertoci dal *Cytisus adami*, da lungo tempo noto e stato illustrato dal Darwin, si incontrano pure nei *Cyclamen*, nella *Clarkia pulchella* e nei *Geranium*.

ancora alcuni esempi di variazione di tinte, abbastanza singolari, le quali possono talora interpretarsi coi fenomeni dell'ereditarietà e della fecondazione, talora invece derivano solo dalle azioni mutualistiche esercitate da due organismi fra loro associati e non sono ancor ben chiarite nella loro intima essenza.

Il Wallace osservò che taluni *Mesembryanthemum* del Capo di Buona Speranza presentano un curioso fenomeno di mimetismo, essendo colorati come le pietre sulle quali vivono; l'Hoffmann ha rilevato che nella *Lychnis vespertina* la fecondazione più o meno tardiva ha un' influenza sulla colorazione dei discendenti: il Darvin constatò pure che nelle piante coltivate sono le parti più utili all'uomo e per le quali la pianta viene coltivata, che presentano più frequentemente variazione di tinta o di altra natura. Qualche autore ha fatto noto che se si innesta il nocciolo a foglie rosse su quello a foglie verdi, le foglie che nascono sotto il punto d' innesto diventano pure rosse: infine l'Hildebrandt afferma che se si uniscono le due metà di due differenti bulbi di *Hyacinthus,* l'uno dei quali appartenga alla categoria della varietà rossa, l'altro della azzurra, si sviluppa un asse fiorale che porta fiori di differente colorazione, gli uni cioè rossi gli altri azzurri, ed analoghi fatti si verificherebbero unendo fra loro tuberi di due patate o di *Dahlia* di differente colore. Taluni di questi casi di variazione sono straordinariamente complessi e non pochi di essi oltre che dalla ereditarietà, appaiono pure influenzati dalla nutrizione, ma solo studi accurati potranno più tardi risolvere il difficile problema.

CAPITOLO XVII.

Filogenesi dell'antocianine.

Lo studio delle forme fiorali, tanto più complesse quanto più il Fiore, allo scopo di addivenire ad una selezione sempre più accentuata dei pronubi, si eleva nella scala del perfezionamento organico, ha indotto molti autori a ritenere che anche le differenti colorazioni dei fiori siano strettamente collegate col grado di evoluzione dagli stessi raggiunto.

Ma il concetto del perfezionamento fiorale fu variamente concepito, poichè mentre il Wolf ed il Goethe fondarono la memorabile teoria,

oramai da tutti accettata, della metamorfosi fogliare, l'Allen Grant, partendo dal concetto che i fiori (maschili) delle fanerogame più antiche *(Gimnosperme)*, sforniti di sepali e di petali, sono costituiti unicamente da stami di color giallo e che in molte angiosperme *(Nimphaea, Canna, Mesembryanthemum)* si può osservare un graduale passaggio dall' elemento staminale ai veri petali e viceversa, *(Capsella, Monandra)*, giunse a risultati affatto opposti, che lo indussero a formulare la teoria dell'origine staminale del perianzio. Come conseguenza logica della stessa, l'A. conclude che quelle speci nelle quali la trasformazione degli organi fiorali è meno evoluta, devono esser fornite di petali colorati in giallo, come si verifica appunto nei fiori maschili delle Gimnosperme.

Il Grant passa in rassegna molti gruppi di piante dell' Inghilterra e da questo studio assurge al risultato che nelle piante a fiori regolari, che sarebbero le meno evolute, domina, in ossequio appunto alla teoria sopra enunciata, la colorazione gialla o bianca dei petali *(Ranunculaceae, Rosaceae)* mentre nelle famiglie più evolute le quali per lo più sono caratterizzate dalla presenza di fiori tubulosi ed irregolari, predominano i colori rossi o bleu *(Labiatae, Campanulaceae)*.

Egli è vero, dice il Grant, che anche nelle famiglie più degradate non mancano le specie fornite di fiori rossi o bleu, ma egli trova che queste eccezioni servono di conferma alla regola, essendo le piante fornite di tali colori, più evolute rispetto alle altre della stessa famiglia. Valgano ad esempio l'*Aquilegia*, il *Delphinium*, l'*Aconitum*, la *Rosa canina*.

Così pure tutte le volte che in una famiglia altamente evoluta *(Labiatae, Scrofulariaceae)* l'A. incontra delle specie a fiori bianchi o gialli ritiene che il cambiamento di colorazione sia dovuto a fenomeni di riversione o meglio ad un arresto nell'evoluzione.

Alcune anomalie presenti in tali fiori, come ad esempio la mancanza di qualche stame o di alcuni petali ecc., starebbero appunto ad indicare che il fiore si trova in uno stato di involuzione, il quale si inizierebbe col rosso per passare di poi costantemente al bianco e terminare col giallo.

L'Allen Grant stabilisce pertanto le seguenti gradazioni nella gerarchia dei colori fiorali: 1) Giallo che rappresenta il colore primordiale; 2) bianco; 3) rosso; 4) porpora; 5) violetto; 6) bleu. Il verde che si incontra in talune specie (*Allium, Adoxa, Helleborus,* ecc.) indicherebbe anche che la pianta è degradata.

Secondo l' Allen Grant la causa della gradazione dei colori va ricercata negli intimi rapporti che intercedono tra insetti e fiori, nel senso cioè che i fiori più aristocratici e perciò esclusivamente adatti a certi

insetti pronubi (Api, Farfalle, ecc.) hanno anche dovuto acquistare colori più elevati nella gerarchia cromatica per farsi più facilmente riconoscere dai loro particolari pronubi.

La teoria sarebbe confermata, soggiunge il Grant, dalla circostanza che alcuni fiori dotati di una colorazione meno evoluta assumono essiccando un colore appartenente ad una serie più elevata, come se ne ha un esempio nel *Ranunculus ficaria* che dal giallo passa al bianco o nel *Myosotis versicolor* che giallo quando è fresco diventa, seccando, bleu.

Il perfezionamento nella colorazione comincia a comparire agli apici o agli orli dei petali, come si può constatare nel *Ranunculus aquatilis*, il quale è giallo alla base, bianco all'apice; ma in molti casi si mostra pure sotto l'aspetto di una variegatura, la quale però è caratteristica delle forme o delle parti di queste più evolute.

La singolare ipotesi dell'Allen Grant, stata più tardi combattuta dall'Herwey che fece conoscere alcuni esempi di piante in cui indubbiamente il giallo derivava dal verde, non ha trovato seguaci fra i biologi moderni, se si eccettua forse il Dennert che, fondandosi sulla successione cronologica dell'evoluzione fiorale, è venuto a conclusioni non molto differenti da quelli dell'autore inglese.

Ciò non di meno l'ipotesi di una gerarchia cromatica fiorale, lungi dall'esser combattuta, venne più volte rimessa in onore, ma con differenti vedute da più di un botanico.

Il Lubbock ed il Müller affermano infatti che i colori più degradati sarebbero rappresentati dal verde o dal giallo, i più evoluti dal rosso e dal bleu, i quali poi sarebbero di formazione più recente. L'Hildebrandt, dopo aver parimenti combattuto l'Allen Grant, giunse alla conclusione che le variazioni di colore si compiono solo nell'ambito delle colorazioni che presentano le specie affini. Il Cocherel avendo rivolto la sua attenzione ai fiori della catena alpina delle Montagne Rocciose, constata parimenti un perfezionamento nei colori, a partire dal verde per arrivare al bleu passando pel giallo, rosso e cremisi.

I processi metabolici e di ossidazione cui va incontro la pianta sarebbero, secondo il Cocherel, la causa determinante della comparsa dei colori e quanto più quelli sarebbero accentuati tanto più la colorazione si eleverebbe snlla scala cromatica. Ora, conclude l'autore, nelle parti più elevate delle montagne le piante avendo a disposizione per vegetare e fiorire un corto periodo di tempo, accentuano necessariamente tutti i processi metabolici per raggiungere la fioritura, a costo di sacrificare lo sviluppo degli organi vegetativi e questa è la ragione essenziale per cui il bleu è il colore che più di frequenti si osserva nei fiori alpini, sulla comparsa del quale le visite di speciali insetti non eserciterebbero alcuna azione.

Infine noi possiamo ancora ricordare i lavori di Cosch e di Budd sullo stesso argomento, dei quali però disgraziatamente non abbiamo potuto aver sott'occhi neppure un riassunto.

Dalla breve rassegna fatta, appare manifesto che quasi tutti gli autori che si sono occupati dell'evoluzione cromatica dei fiori hanno scelto come tipi fondamentali, o meglio come stadi della stessa, quattro unità cromatiche che sono date: 1) dal color bianco; 2) dal color verde; 3) dai colori della serie xantica; 4) dai colori della serie antocianica.

Ora noi crediamo opportuno di far osservare che i termini di paragone scelti, non hanno alcun nesso comune che ci autorizzi a metterli a confronto l'uno coll'altro, o per lo meno solo taluni di essi sono mutuamente comparabili. Infatti il color bianco è inerente unicamente all'aria contenuta negli spazi intercellulari e alla mancanza quasi completa di sostanze coloranti disciolte (antocianina) o di cromoplasti che colla loro presenza mascherino gli effetti dovuti all'aria stessa;[1] i colori della serie xantica (giallo, ranciato, ecc.) sono dovuti, salvo alcune eccezioni, alla comparsa di cromoplasti quasi sempre derivati da cloroplasti: il verde è prodotto dalla clorofilla ed infine le tinte della serie antocianica quasi sempre sono dovute a pigmenti disciolti nel succo cellulare. Riesce pertanto evidente che dei differenti termini di questi quattro gruppi si possono fra loro paragonare soltanto quelli che hanno un nesso genetico comune, vale a dire da una parte si può stabilire un confronto tra i differenti colori incorporati nei cloroplasti e cromoplasti, perchè tutte queste formazioni hanno un nesso genetico comune nel plastidio; dall' altra è lecito confrontare fra loro i differenti pigmenti disciolti nel succo cellulare, ma non siamo autorizzati di mettere a confronto fra loro questi due gruppi di pigmenti, diversi per origine e tanto meno è permesso far dei paragoni col color bianco, che non è dato da un pigmento.

A sostegno del nostro asserto possiamo aggiungere che nel senso Darwiniano la parola perfezionamento, indica una graduale e lenta modificazione di un'organo, di un corpo, o se si vuole anche di una sostanza qualsiasi, reclamato dalle condizioni di esistenza dell'organismo stesso. Il perfezionamento, come lo intendono i sostenitori dalla teoria della evoluzione cromatica, (poichè ben altra cosa è il perfezionamento inteso

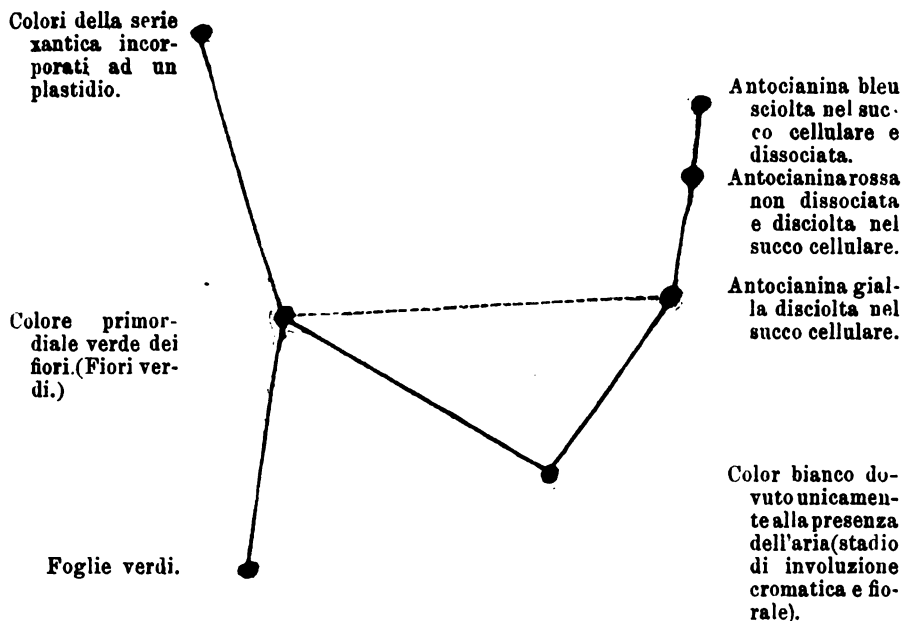
[1] Il Redouté, celebre pittore di fiori, ha osservato che se si colloca un fiore bianco dietro un foglio di carta dello stesso colore, il fiore si distacca sempre per una leggera tinta gialliccia, bluastra o rossastra che varrebbe a dimostrare come il color bianco del fiore non sia mai assolutamente puro. È appunto anche in grazia a questa osservazione che il Redouté ha saputo acquistare si grande fama nel riprodurre fedelmente le tinte fiorali.

come vuole De Vries), non è mai saltuario e tanto meno insorge improvvisamente, ma tutto al più può evolversi con una certa rapidità. Ora nel caso nostro la scolorazione di un organo, la comparsa dell'antocianina o lo sviluppo dei cromatofori, costituiscono dei fenomeni che appaiono quasi improvvisamente ed inoltre non essendo filogeneticamente fra loro collegati e non derivando gli uni dagli altri, non costituiscono differenti studi dell'evoluzione fiorale, ma semplicemente direzioni differenti, o meglio modalità diverse dell'evoluzione.

Contro la teoria di un' unica direzione dell' evoluzione fiorale deporrebbe il fatto che nelle piante superiori i quattro elementi della colorazione fiorale, aria, cloroplasti, cromoplasti e pigmenti disciolti si possono trovare contemporaneamente presenti nelle cellule, per cui la pianta solo per ragioni di opportunità può piuttosto scegliere e sviluppare prevalentemente l' uno o l'altro degli stessi per ornare i suoi fiori delle tinte più svariate. Non mancano poi neppure i casi in cui il fiore si adorna, ad un tempo, dei colori più evoluti e di quelli che lo sono meno, accoppiando, ad esempio, in ogni cellula, il giallo ed il rosso od altre tinte ed allora riesce quanto mai difficile applicare la teoria dell' Allen Grant.

Ma noi non vogliamo arrivare tanto avanti, perchè riteniamo in fondo, giusta l' ipotesi di un perfezionamento cromatico quando però il medesimo venga inteso sotto un altro punto di vista da quello stato preso in considerazione dai nostri predecessori.

Secondo il nostro modo di interpretare i fatti, i fiori non essendo altro che foglie modificate, avrebbero nello stato di maggior degradazione una colorazione verde. Col progredire dell'evoluzione fiorale il color verde dei cloroplasti fiorali verrebbe sostituito dalla tinta gialla od aranciata o rossa, vale a dire dalle tinte della serie xantica che presuppone la trasformazione del cloroplasto in cromoplasto. Viceversa per un processo di ulteriore degradazione, dipendente da impellenti necessità biologiche o dal non uso di certi organiti (cloroplasti), il plastidio che ha dato origine sia ai colori della serie xantica, sia al verde, può scomparire ed allora il color bianco dovuto unicamente ad aria insorge per attestare l'avvenuta degradazione. A sua volta il fior bianco può andar soggetto ad un nuovo impulso evoluttivo, ma di differente natura di quello testè descritto ed allora noi vediamo i suoi succhi ricchi di tannino andarsi mano mano colorando in seguito alla formazione di pigmenti disciolti (antocianina), i più degradati dei quali sarebbero le antocianine gialle e i flobafeni, cui terrebbero dietro le antocianine rosse a joni non dissociati ed infine le bleu più o meno dissociate.

Il seguente schema vale ad illustrare quali sarebbero le diverse tappe che deve percorrere il fiore per arrivare alle differenti fasi della sua evoluzione:

L'evoluzione fiorale tipica qual'è rappresentata nel nostro schema può riuscire più o meno modificata nel senso che il passaggio della serie antocianica alla colorazione verde (o viceversa) può farsi talvolta direttamente senza che si debba necessariamente passare per la fase di colorazione bianca. La linea punteggiata indicherebbe questo tipo, pur abbastanza frequente di evoluzione fiorale che è proprio di quei fiori i quali, oltre all'antocianina, presentano anche nelle loro cellule dei plastidi colorati in verde o dei cromoplasti. In questi casi le due unità cromatiche, succo colorato e cromoplasti (in lato senso), compirebbero le loro evoluzioni una accanto all'altra nella stessa cellula.

Il nostro modo di interpretare le colorazioni fiorali troverebbe un forte appoggio nel fatto che i colori della serie xantica, quando sono isolati, difficilmente vengono sostituiti da quelli della serie antocianica allorchè hanno luogo delle variazioni, mentre questo si verifica con abbastanza frequenza tutte le volte che le due unità cromatiche trovansi commiste nelle cellule. In secondo luogo parla pure nello stesso senso la circostanza che l'antocianina assai spesso fa la sua comparsa nelle parti albicate (V. Cap. III), al quale proposito giova notare che

l'Hildebrandt mise in evidenza che i fiori più soggetti a variazione, hanno spiccata tendenza ad assumere una colorazione bianca la quale poi in molti casi si presenta assai stabile, ciò che ben si comprende qualora si consideri che il bianco indica la scomparsa di qualsiasi formazione pigmentata e quindi non è suscettibile di ulteriori modificazioni.

A questi dati noi potremo ancora aggiungere, per sostenere la nostra tesi, che molte *Magnoliaceae*, le quali, come è noto, rappresentano le Angiosperme già degradate e molte piante acquatiche, pure più o meno involute, hanno fiori bianchi o bianco verdicci.

CAPITOLO XVIII.

Le antocianine e i loro rapporti coll'uomo e cogli animali.

A) Influenza dell'uomo sullo sviluppo delle antocianine.

I colori vegetali in ogni tempo hanno fissata l'attenzione, non solo degli studiosi, ma anche degli speculatori i quali non sì tosto sono riusciti a scoprire qualche pianta che emergesse, in mezzo alle altre, per vivacità di tinte, per singolare disposizione dei colori e per spiccata tendenza alle variazioni cromatiche, hanno cercato con pazienti e sagaci cure, di esagerare il carattere e di aumentarne il suo valore ornamentale, ricorrendo all'uopo al sistema degli incroci opportunamente scelti e alla riproduzione per via agamica. [1]

Tanto con l'uno che coll'altro metodo i giardinieri ed i frutticultori sono riusciti ad ottenere quelle numerose varietà di piante ornamentali che fanno attualmente bella mostra nei nostri giardini e che talora, come ne fanno fede i prezzi raggiunti dai Tulipani di Olanda, hanno persino condotto gli amatori di fiori alle più pazze specula-

[1] Trattando dei rapporti dell'antocianina coll'uomo sarebbe stato anche opportuno entrare in qualche dettaglio sulle relazioni che intercedono tra la colorazione dei fiori e il sentimentalismo dell'umanità, ma siccome una tale trattazione esorbita dal campo delle pure speculazioni scientifiche, così rimandiamo il lettore ai vari trattati del *Linguaggio dei fiori* e all'opuscolo non meno curioso del GODRON, *Le rôle politique des fleurs.*

zioni, per troncare le quali ha dovuto intervenire l'autorità del legislatore.[1] Non è nostro compito tuttavia entrare qui in dettagli su questo argomento che trovasi ampiamente svolto in qualsiasi trattato di giardinaggio e che vale a dimostrare quanto duttile sia la costituzione della pianta e quanto prontamente reagisca ad un razionale sistema di coltivazione. Noi però non possiamo passare sotto silenzio che l'attività umana è riuscita a provocare su vasta scala lo sviluppo dell'antocianina in piante che normalmente ne sono sfornite o ne presentano solo in tenue misura; il più bell' esempio di questo genere ci viene offerto dalle piante più comuni delle praterie che i giardinieri inglesi sono stati capaci di far diventare intensamente antocianiche coltivandole sotto il riparo di un assito, nella fredda stagione, per renderle parzialmente eziolate ed esponendole di poi alla azione della luce viva del sole, in una giornata un po' rigida. I tratti di praterie così trattati assumono una colorazione rossa che contrasta singolarmente colla tinta verde dominante nelle rimanenti zone dei *parterres.*[2]

B) Le antocianine ed i loro rapporti cogli animali.

Gli intimi legami di correlazione che collegano animali e piante, noti confusamente sin dalla più remota antichità, hanno cominciato ad apparire in tutta la loro meravigliosa bellezza e complessità il giorno in cui Kohlreuter e Sprengel, colle loro memorabili opere, ci hanno svelato gli arcani segreti delle nozze dei fiori, indicando così agli studiosi nuovi orizzonti scientifici verso i quali tendono oggigiorno i botanici della moderna scuola.

Questi studi ci hanno dimostrato che le piante, vincolate nell'adempimento delle loro funzioni, al principio del minimo mezzo che informa tutti quanti i processi biologici degli organismi viventi, sono ricorse, per assodare i più complessi legami della simbiosi funzionale cogli animali, unicamente a mezzi abbastanza semplici, quali sarebbero le leggere modificazioni di forma, la secrezione di sostanze zuccherine o di altra natura, l'emissione di speciali profumi e le variazioni di tinte; e noi vediamo pertanto l'antocianina acquistare, assieme agli altri pigmenti vegetali, un'importanza capitale come elemento regolatore del connubio tra gli esseri dei due regni organici.

[1] V. Max Hesdorff, *I fiori di appartamento e di serra.* Traduzione del Dottore Luigi Buscalioni, Unione Tipograf. Torinese.

[2] Chi desiderasse conoscere le principali piante a fogliame ornamentale e colorato potrebbe consultare il trattato, altrove citato, del Lowe-Howard.

Assai complesso è il compito che è devoluto all'antocianina nella vita di correlazione tra le piante e gli animali, ma volendo esaminare la questione solo nei tratti essenziali possiamo senz'altro affermare che il pigmento antocianico spiega la sua funzione nei processi di disseminazione, serve come mezzo di difesa ed infine vale a richiamare l'attenzione degli animali sui fiori allo scopo di assicurare i processi di impollinazione xenogamica.

Noi passeremo qui in rassegna queste tre funzioni principali avendo cura tuttavia di riportare tanto le prove che mettono maggiormente in luce le stesse, quanto gli esempi dedotti per attenuarne la loro importanza.

1.° Le antocianine considerate in rapporto ai processi di disseminazione.

La funzione che spiega l'antocianina nella disseminazione è stata messa in luce principalmente dai lavori di Allen Grant, Pfeiffer, Feldtmann, Kerner, Wallace, Roth Mohr, Ludwig, Darwin, Müller, Wehrli, ecc.

Il pigmento che appare nei frutti allorchè questi hanno raggiunto la maturità, negli arilli, nei peduncoli fiorali, nel perigonio *(Campelia)*, nei semi e via dicendo, avrebbe unicamente lo scopo di facilitare agli animali frugivori la ricerca del loro cibo prediletto costituito appunto da frutti e da semi. Questi ultimi poi, grazie al loro integumento piuttosto duro e ad altre disposizioni, potendo attraversare inalterati il tubo digerente degli animali, una volta espulsi colle feci ed anche per mezzo del vomito, non tarderebbero a germinare.

Riesce quindi evidente che solo per ragioni di maggior vistosità le bacche di talune piante a fogliame rosso nell'autunno si mostrano colorate in bleu o violetto, oppure l'antocianina fa la sua comparsa nell'epoca in cui le foglie cadono o si presentano ingiallite ed i semi sono maturi e adatti per essere disseminati.

Però non sempre i semi colorati o inclusi in frutti antocianici sono destinati ad esser disseminati per mezzo degli animali. Valga ad esempio la disseminazione dei semi racchiusi nei frutti rossi di *Cercis*, *Calatropis hispida*, *Spiraea*, ecc., che avviene in tutt'altro modo e talora richiede esclusivamente l'azione del vento (Ludwig). Oltre ciò i semi di non pochi frutti antocianici passando attraverso l'intestino di mammiferi o di uccelli, perdono la facoltà di germinare (Kerner, Wallace) e taluni frutti polposi e colorati sono velenosi od altrimenti rifiutati dagli

animali e, come osservò il Wallace, contribuiscono alla dispersione dei semi unicamente in grazia della loro forma rotonda che permette loro di percorrere lunghi tratti allorchè cadono su terreni inclinati (frutti di Mango).

Infine si può ancora aggiungere che molti animali si nutrono di frutti ancora immaturi, oppure di frutti maturi ma verdi, i quali, stando alle vedute sovra esposte, mal si presterebbero per adescare gli animali.

La colorazione in taluni casi può riuscire persino di ostacolo alla disseminazione per mezzo degli animali, poichè l'Hohnel avrebbe osservato che l'arillo colorato di talune *Musacee*, i cui semi sono disseminati dal vento, grazie al suo colore speciale riescirebbe a tener lontani alcuni animali che si cibano di semi.

Alcuni hanno anche obbiettato che i frutti carnosi e vistosi di talune specie di *Musa*, spesso sono privi di semi o contengono dei semi incompletamente sviluppati per cui a poco gioverebbe la colorazione dal punto di vista della disseminazione. Ma il Ludwig fa notare che per lo più in questi casi non tutti quanti i frutti di uno scapo fruttifero si presentano sterili e quelli che sono tali hanno lo scopo di rendere maggiormente vistoso l'ammasso di frutti. Analoghe disposizioni si verificano nell'*Achmea calyculata* e nella *Campelia*. In quest'ultima però è il perigonio carnoso che assume la funzione vessillare, mentre nell'*Achmea* tale funzione è, come nella *Musa*, devoluta ai frutti stessi taluni dei quali sono sterili e rossi, gli altri fertili e nerastro violetti. Noi abbiamo adunque in talune sorta di frutti un fenomeno di policroismo che, come vedremo fra poco, è pure abbastanza diffuso nei fiori, dove ha pure spiccata funzione vessillare, ma intanto per ciò che si riferisce alle osservazioni del Ludwig sulle tinte dei frutti sterili delle Musacee, riteniamo che l'interpretazione sia affatto errata poichè un'infiorescenza, lunga un metro e carica di frutti di così notevoli dimensioni come sono le banane, non abbisogna certo della presenza di frutti sterili per esser vista a distanza!

A riguardo della colorazione dei frutti, giova osservare che i fiori ed i frutti, per ragioni fino ad ora affatto sconosciute, diversificano spesso notevolmente gli uni dagli altri pel colore. Il Wallace notò infatti che in Inghilterra sopra 1143 piante da lui osservate circa 452 sono a fiori bianchi, 301 a fiori gialli, 230 a fiori rossi e 160 a fiori bleu, e incontrò invece 7 piante con frutti bianchi, 14 con frutti gialli, 68 con frutti rossi e 45 con frutti bleu. Può darsi che tali divergenze dipendano da differenze nel sentimento cromatico degli uccelli disseminatori da una parte e degli insetti fecondatori dall'altra, ma è più lo-

gico ammettere, secondo il nostro modesto parere, che le differenze di tinta valgono a far rilevare, anche a distanza, agli insetti, la presenza dei fiori quando questi sono commisti a frutti. Deporrebbe a favore di questo nostro modo di interpretare il fenomeno stato osservato dal Ludwig e dal Muller, che taluni frutti, al pari dei fiori, vanno soggetti a cambiamenti di colorazione che giovano ad attirare gli animali nel momento più opportuno per la disseminazione *(Tradescantia, Spiraea, Stromanthus).*

2.° Le antocianine considerate come mezzo di difesa contro il morso degli animali.

Le ricerche dello Stahl e del Kuntze su certe Aroidee tropicali tenderebbero a dimostrare che le macchie di antocianina presenti lungo il picciuolo fogliare, grazie le quali quest'organo acquisterebbe una straordinaria rassomiglianza con certi serpenti velenosi, propri di quelle regioni, sarebbero appunto destinate ad allontanare gli animali erbivori dalle piante.

L'esperienze di Stahl, fatte su differenti animali del giardino zoologico di Giava, non sarebbero tuttavia riuscite a risultati concludenti poichè di rado egli otteneva di spaventare gli animali cui presentava, più o meno mascherati, dei peduncoli fogliari maculati di dette Aroidee.

Lo Stahl ha pure cercato di studiare se nei casi in cui l'antocianina è uniformemente diffusa su un dato organo della pianta non abbia lo scopo di proteggere lo stesso dal morso degli animali, ma i risultati che ha ottenuti furono completamente negativi, poichè le lumache e i porci cui si era dato in pasto, nell'ambiente oscuro dove essi vivevano, tanto delle foglie verdi che delle foglie autocianiche di una stessa specie di pianta, hanno quasi sempre cominciato a mangiare le parti verdi e ciò forse pel fatto che queste sono più appetitose di quelle rosse non potendo gli animali, all'oscuro, riconoscere le varie tinte.

Malgrado l'insuccesso che si è ottenuto collo sperimento, l'idea che l'antocianina possa anche servire a tener lontani gli animali, ancora oggigiorno trova non pochi proseliti, ed infatti noi vediamo che l'Hildebrandt ascrive alla colorazione violetta-bluastra delle radici adulte di *Pontederia Crassipes*, un'importanza speciale, come mezzo atto a trattenere lontano certi insetti che rodono volentieri le giovani radici non ancora colorate, ad alle stesse conclusioni arriva il Veehrli per altri organi. Così pure il Ludwig, rileva come alcune piante contenenti dei succhi velenosi presentano delle macchie antocianiche (Pepe di Cajenna, *Caryota urens*, *Conium*) che le rendono facilmente riconoscibili.

La questiòne meriterebbe pertanto di esser di nuovo studiata a fondo e con acume di critica, tanto più che attualmente prevale l'idea del Delpino, che certi nettari estranuziali od estrafiorali, spesso vivamente colorati (*Marcgraviaceae Cornus*, *Impatiens*, ecc.), sarebbero collegati coll'esistenza dei fiori stessi, inquantochè attirando essi taluni insetti cercatori di nettare che potrebbero riuscir dannosi ai fiori, risparmierebbero questi ultimi dalla visita sgradita.

L'ipotesi è certamente seducente, ma noi faremo osservare che i nettari sono già presenti nelle Felci *(Cyathea, Pteris)*, che molti di essi entrano in funzione solo in un dato periodo dell'evoluzione della parte su cui si trovano per poi esaurirsi, senza che la loro fase di attività coincida coll'epoca dell'apertura dei fiori, che non sempre sono colorati e quindi facilmente visibili *(Viburnum)*, e che infine i fiori di talune *Tecoma* sono visitate dalle moleste formiche assai più dei nettari estranuziali presenti sulla pianta (Prunet). [1]

3.° Le antocianine e la funzione xenogamica.

Di gran lunga più importante e più evidente manifestasi la funzione dell'antocianina allorchè si prende in considerazione quel complesso di fenomeni che hanno per scopo finale l'impollinizzazione per via xenogamica e l'esclusione più o meno efficace dell'autogamia.

La funzione di adescamento o vesillare che spetta in gran parte all'antocianina e agli altri pigmenti vegetali, è venuta mano mano perfezionandosi a misura che i rapporti tra i fiori ed animali (insetti in special modo) si sono fatti più intimi ed a raggiungere un tale risultato hanno in parte contribuito l'intelligenza, il senso della vista e l'olfato dei pronubi, come almeno sembrerebbe risultare dalle esperienze di Lubbock, di Müller e di altri naturalisti.

Per quanto concerne l'intelligenza degli insetti che rappresentano gli animali maggiormente in relazione coi fiori, i naturalisti distinguono una categoria di insetti stupidi, destinati quasi esclusivamente per le visite di fiori poco evoluti e dotati di colorazioni biancastre o giallastre, (Ombrellifere, *Galium*, ecc.), ed un'altra di insetti intelligenti appartenenti assai spesso alla classe degli insetti sociali (Imenotteri) o dei Lepidotteri, i quali avrebbero il compito di regolare le nozze dei fiori più aristocratici dotati di tinte più vivaci, in specie bleu e rossastre (Müller, Delpino, Kerner, Allen Grant, Cristy, Löw).

---

[1] Per quanto riguarda la difesa dei semi v. il § 2 del presente capitolo.

Non è ancora stata ben accertata l'azione che da una parte il senso della vista, dall'altra il senso dell' olfato spiegano per guidare l'animale (insetto) alla ricerca dei fiori.

Molti naturalisti ritengono che gli insetti utilizzino piuttosto il senso dell'olfato per ricercare i fiori e riportano a sostegno del loro asserto, che assai spesso si vedono arrivare da lungi gli insetti sui fiori odorosi o sul miele profumato, anche quando gli uni e l'altro sono stati accuratamente nascosti ai loro sguardi. Milita pure a favore di una tale ipotesi il fatto che gli insetti, per meglio avvertire gli odori, assai spesso volano contro vento. Egli è poi noto che le api sanno distinguere, dagli odori che emana, se nel loro alveare è penetrato un animale intruso, sia pure della stessa specie, il quale poi viene subito scacciato od ucciso. Ora ciò non succede più se l'intruso riesce a mascherare il proprio odore (Henderson). È appunto in base a questa osservazione che i coltivatori americani di api, allorchè vogliono sostituire la regina od altri individui di un alveare con elementi stranieri, raggiungono lo scopo togliendo a questi, non sappiamo con quali mezzi, l'odore caratteristico.

Non pochi scienziati concedono più larga parte alla vista come mezzo di ricerca dei fiori e ritengono che se l' olfato può servire di guida all' insetto, allorchè questo si trova ancor lontano dal fiore profumato, la vista gli può giovare per riconoscere i differenti fiori da vicino. Colla pratica tuttavia gli animali riescono a perfezionare il senso visivo ed allora anche arrivano a distinguere i differenti colori fiorali più o meno da lontano (Muller, Delpino, Wallace, Dodel Port, Hildebrandt, Lubbock, Darwin).

Non mancano però le obbiezioni a queste vedute e noi troviamo infatti una schiera di botanici e di zoologi (Bonnier, Plateau, Herwey, Mehean, Welenowski, Caruel, Fooke, ecc.) i quali ritengono che i colori non esercitano che poco o nessuna influenza sugli insetti, o per lo meno su talune specie degli stessi (Api, secondo l' Henderson). A sostegno del loro asserto alcuni di essi riportano, sebbene sieno prove indirette di dubbio valore, che una *Nimphaea* del Massachusset stata portata al Capo di Buona Speranza, cambiò di colore senza che ciò avesse alcuna influenza sulle visite degli insetti (Herwey): che un botanico ha dimostrato come su 63 specie di fiori colorati osservati, 61 erano capaci di sottostare all'autogamia: che le piante inferiori (funghi, muschi, ecc.) sono pure colorate indipendentemente dalla xenogamia che quivi non ha luogo (Welenowski, Mehean) e che infine il colore può svelare la presenza della pianta ai nemici della stessa, onde esso sarebbe quasi unicamente destinato ad assicurare la variazione (Mehean).

A nostro parere il voler escludere, nel fenomeno della xenogamia l'influenza del senso della vista il cui organo è così sviluppato negli insetti, male si concilia tuttavia con quanto ci insegna la osservazione giornaliera un po' accurata, essendosi da più di un osservatore fatto rilevare che probabilmente il senso della vista ha originato negli insetti una certa simpatia o viceversa antipatia per determinati fiori; ciò che spiegherebbe come certi fiori colorati in un determinato modo siano prevalentemente ed anche esclusivamente visitati da speciali insetti.

Gli esempi son tutt'altro che rari. L' H. Müller ritiene che i coleotteri evitino i fiori gialli, ed allo stesso risultato è giunto il Knuth per le api, ma a riguardo di questi insetti il Ludwig fa osservare che spesso i maschi e le femmine simpatizzano con colori differenti appartenenti alle due serie cromatiche; il Fritz Müller trova che certi insetti brasiliani si posano solo sui fiori gialli, mentre altri solo su quelli rossi o bleu: [1] certi Ditteri (insetti carnari) simpatizzano, secondo Löw e Delpino, Kerner ed Hallier coi fiori gialli, carnicini od a colorazione livida: [2] il Bennet trovò che le farfalle visitano i fiori colorati variamente nella proporzione di 70 volte pel rosso e di cinque per gli altri colori, mentre gli imenotteri visitano i fiori rossi nel rapporto di 273, i bleu nella proporzione del 126, in confronto di 11 pel giallo e di 17 pel bianco: il Knuth è d'avviso che i colori bianchi o gialli attirino meno gli insetti dei rossi e dei violetti: infine il Delpino ebbe a notare che i fiori verdicci sono visitati con speciale predilezione da Ditteri.

Tutti questi fatti depongono evidentemente contro le asserzioni di coloro che negano al senso della vista un'influenza nella scelta dei fiori per parte degli insetti, ma non si può tuttavia far a meno di rilevare che da taluni si esagerò la portata di fenomeni di simpatia ed antipatia fiorali sopra descritti, come ebbe a rilevare lo stesso Müller.

In particolar modo si è voluto contestare che le api abbiano una speciale simpatia pel bleu (Anonimo) e che i Ditteri siano prevalentemente allettati dal giallo (Müller) ed il Bonnier poi rileva come sarebbe piuttosto dannoso al processo dell'impollinazione qualora lo stesso venisse affidato esclusivamente ad una categoria di insetti che non sempre possono trovarsi ovunque presenti.

---

[1] La grande frequenza, in talune ragioni, di fiori bleu in confronto di quelli gialli o bianchi dipenderebbe, secondo l'Eckstam, dall'abbondanza di *Bombus*.

[2] La colorazione livida di certi fiori caulinarie di alcune essenze proprie delle foreste tropicali (*Erycibe*, *Polyanthia*, *Ficus*, ecc.), sarebbe destinata ad attirare appunto i Ditteri che vivono nel folto di tali boschi, e non già le farfalle come vorrebbe il Wallace (*Hallia*).

Recentemente alcuni autori hanno affermato che anche le lumache (Delpino), i kanguri (Kerner), gli uccelli, i pipistrelli (Delpino, Schenkler, Kerner, Johow, Teppler, Loew, Langlois, Prevost, Howit, Mac Richard, Burck, ecc.) rappresentino i pronubi, oltre gli insetti, di taluni fiori delle regioni equatoriali, o tropicali, ma noi ignoriamo del tutto in quale misura l'antocianina possa contribuire ad attirare gli animali, quando questi appartengono alla classe dei Molluschi o son rappresentati dai Kangouri.

Per quanto concerne l'ornitofilia noi faremo osservare che essa è talora una pura accidentalità, perchè gli uccelli pronubi (Colibri, Nettarinie ecc.) entrano nei fiori, taluni dei quali sono perfino anemofili, unicamente per predarvi gli insetti ivi dimoranti, anzichè per succhiarvi il nettare. Un esempio di questo genere ce lo offrono gli *Eucalyptus* australiani che da tempo vengono coltivati nel Chilì ed altre regioni dell'America del Sud. In altri casi invece, e questi costituiscono la maggioranza, vi ha realmente una vera simbiosi funzionale tra gli uccelli e certe essenze. La maggior parte di queste piante tipicamente ornitofile portano fiori dotati di colori smaglianti e quasi sempre rossi per antocianina ed atti per ciò ad attirare in particolar modo i colibri (Kerner, Delpino).

L'abbondanza di piante a fiori rossi sarebbe persino in relazione, secondo il Kerner, col grande numero di Trochilidi che si verifica nelle regioni equatoriali d'America. Ciò si collegherebbe col fatto, oramai assodato, che negli uccelli il senso della vista è finissimo, mentre piuttosto ottuso è l'olfato.

Che però non sempre la colorazione o l'odore siano i fattori che attirano gli uccelli, lo provano i fiori di *Puja*, poco vistosi ed inodori, i quali sono visitati da taluni Corvi *(Curacus)* del Chilì ed anche dai Colibri. Tali fiori sono poi quasi privi di nettare, ma in compenso contengono dell'acqua che serve a dissetare i loro visitatori.

All' influenza che la colorazione brillante spiega sui sensi e sul sentimento degli animali è stato da taluni accordata tale importanza da indurli a ritenere che le splendide colorazioni di non pochi insetti ed uccelli siano in correlazione colle vaghissime tinte dei fiori, che essi visitano. Si tratterebbe qui di un caso singolarissimo di perfezionamento estetico di una classe di organismi appartenenti al regno animale indotto da elementi appartenenti ad un'altra categoria di viventi. La teoria, abbastanza speciosa, fu sostenuta con grande vigoria, ma con argomenti non sempre rigorosi, dall'Allen Grant, dal Müller, dall' Errera, dal Gerwais e da altri autori. Il Delpino nota a questo proposito, che le Cetonie dotate di colori a riflessi metallici visitano con particolare predilezione certi fiori ornati quasi delle stesse tinte.

È probabile che nello stesso modo che sono indotte molte delle modificazioni fiorali nelle piante soggette alla xenogamia, sia pure, qualche volta un fenomeno indotto l'analogia di colore tra insetti e fiori, il quale troverebbe la sua ragione di essere nella circostanza che l'animale colorato sullo stesso stampo del fiore, da lui usualmente visitato, può più facilmente sottrarsi alle aggressioni dei nemici; ma tuttavia noi non crediamo di dover accettare la teoria tale quale è stata annunciata dall'Allen Grant, avendo il Wallace giustamente fatto osservare che in certe regioni dell'Australia vi ha una grande profusione di fiori vivamente colorati, mentre gli insetti pronubi non spiccano per uno splendore particolare di tinte.

Molti argomenti sono stati messi in campo dai sostenitori della zoofilia per dimostrare che nei vegetali entomofili tutte quante le disposizioni (fra le quali le colorazioni) che danno una speciale impronta biologica agli stessi, tendono all'unico scopo di richiamare l'attenzione dei pronubi. Così ad esempio la predominanza dei fiori gialli *(Ranunculus)* nei prati, oppure la presenza di fiori rossi *(Papaver)* in mezzo alle spighe di grano che diventano gialliccie nel tempo della maturazione, troverebbero la spiegazione secondo il Kerner, il Delpino ed altri autori, nella maggiore visibilità del giallo e del rosso in mezzo alle tinte fondamentali verdi, o rispettivamente gialle delle piante con cui i *Ranunculus* ed i *Papaver* vivono commisti.

Per la stessa causa probabilmente certi alberi delle regioni equatoriali portano i fiori colorati in rosso sui rami ancor privi di foglie o fioriscono in un'epoca in cui sono ancora del tutto sfrondati (Johow).

I contrasti di colore che presentano taluni fiori nei differenti periodi della fioritura e nelle differenti parti di cui sono costituiti furono pure posti a servizio della zoodiofilia.

Il Delpino, il Müller, l'Haberlandt, l'Hallier ed il Knuth, avendo infatti osservato che molti fiori (Borraginee, *Weigelia*, *Bonamia*, *Orobus*, *Salix*, *Teleckia*, *Lonicera*, ecc.) cominciano a cambiar tinta allorchè sono state fecondati, interpretano il singolare fenomeno coll'ammettere che il contrasto di colore, che da tale fatto deriva, renda più vistosa l'infiorescenza oppure serva a distornare gl'insetti meno adatti alla impollinazione e più stupidi, attirandoli sui fiori già fecondati, mentre i fiori ancora vergini continuerebbero ad essere visitati dai più adatti ed intelligenti, ai quali quasi esclusivamente spetterebbe il compito della xenogomia. Nell'*Eremorus* però, secondo il Müller, il contrasto sarebbe dovuto alla circostanza che i fiori pronti per essere impollinati, diventano meno vistosi o quindi sono soltanto più visitati da pochi insetti intelligenti, mentre nell'*Eryngium marittimum* si otterrebbe lo stesso

scopo in altro modo, poichè la colorazione bleu del fiore è particolarmente accentuato solo nel periodo d'evoluzione maschile dello stesso, indebolendosi durante lo sviluppo dell'organo femmineo (Mac Millan).

Molte volte il cambiamento di colore che genera il contrasto, e che è quasi sempre dovuto all'antocianina, vale a facilitare agli insetti il riconoscimento del fiore e nello stesso tempo ad indicare loro il momento preciso in cui esso è atto ad esser fecondato (Delpino). Il Mehean per altro osserva che i fiori passati possono assai spesso essere visitati in egual misura di quelli vergini.

In molte piante le differenze di tinta, anzichè manifestarsi in rapporto coi differenti periodi evolutivi del fiore, sono presenti in qualsiasi momento dello sviluppo fiorale, sia perchè le differenti parti del fiore (Petalo, ovario, stami) sono differentemente colorati, come si osserva nelle *Commellina*, nella *Tinantia*, nella *Tradescantia*, ecc. (Müller, Delpino), e sia ancora perchè i differenti fiori di un'infiorescenza hanno costantemente tinte diverse, come succede nel *Daucus Carota*, in cui solo il fiore centrale ha un colore bleu (Delpino), o meglio ancora nelle *Compositae*.

Anche il dimorfismo fiorale quando è accompagnato da dicroismo, come si verifica in talune specie fornite di fiori cleistogami e casmogami *(Erodium)*, varrebbe ad indicare ai pronubi quali sono i fiori destinati alla fecondazione incrociata e quali all'autogamia (Ludwig).

In altri casi, in cui però non è più questione di cleistogamia *(Convallaria)*, una delle varietà di fiori dicroici, sarebbe visitata esclusivamente da pronubi cercatori di polline, l'altra da insetti nettarofili (Ludwig).

Però ammessa pure come fondata l'ipotesi che il cambiamento di colore valga ad informare certi insetti sulle condizioni evolutive del fiore e dell'infiorescenza, (ciò che per taluni esempi riportati dal Ludwig ci pare oltremodo dubbio) quale interpretazione possiamo noi dare del policroismo, che presentano nel corso di uno stesso giorno i fiori di *Gladiolus versicolor* i quali bianchi al mattino cambiano di colore nel pomeriggio, per diventare bleu alla sera e ripeter di nuovo lo stesso ciclo di tinte il giorno seguente? Egli è lecito ammettere che tali cambiamenti non abbiano alcuna relazione colla fecondazione per mezzo degli insetti, essendo più che sufficiente due cambiamenti per informare i pronubi sullo stato evolutivo del fiore: un aumento nel numero delle tinte può riuscire più di danno che di vantaggio al fiore ed agli insetti, [1]

---

[1] Fa eccezione forse la *Lantana* studiata dal F. Müller al Brasile, i cui fiori nel primo giorno sono gialli poi diventano aranciati e infine rossi, poichè l'Autore ebbe

L' Eckart, che ha osservate analoghe variazioni di tinte nella *Swainsonia procumbens* (V. Cap. CXLVI) ritiene difatti che le stesse siano unicamente in relazione colle condizioni meteorologiche. [1]

Qui tornerebbe acconcio ricordare, che secondo il Griesbach, Dodel, Musset, ecc., i colori vivi delle piante alpine od artiche divennero tali onde poter attirare più facilmente i rari insetti che trovansi in tali contrade, oppure in seguito all' azione combinata della luce e degli insetti (Kerner, Müller). A questo riguardo però abbiamo già veduto nel Cap. XIV che in molti casi la variazione sarebbe dovuta unicamente alla radiazione ed al freddo, od a cause affatto sconosciute, come nella *Pinguicula* (Müller).

A riguardo delle colorazioni, diremo così regionali, merita ancora di esser segnalato che il Kerner rileva come nelle regioni baltiche determinate colorazioni fiorali vanno diminuendo di estate in rapporto alla diminuzione di certi insetti, ed analoghi fenomeni vennero segnalati dal Robertson.

La distribuzione anatomica dei colori, in correlazione coll' impollinazione xenogamica fu pure oggetto di studi e noi troviamo raccolti in molti trattati di biologia numerosi esempi indicanti come il colore possa a seconda dei peculiari bisogni del fiore e per ragioni biologiche speciali aver sede nelle differenti parti della corolla, nel calice, *(Anemone)* nelle brattee fiorali, nella spata, negli stomi, nell'ovario, nel peduncolo fiorale o in parecchi di questi organi ad un tempo, (Lager-

---

ad osservare che taluni insetti prediligevano i fiori gialli, altri quelli gialli e aranciati. Questi casi di dicroismo hanno molta analogia con quelli in cui il fiore presenta delle antere differentemente colorate, le une servendo ad attirare gli insetti raccoglitori di polline, le altre quelli cercatori di nettare.

[1] Noi non possiamo ammettere che tutti questi cambiamenti di colore che si verificano nei fiori durante la loro evoluzione siano in rapporto diretto di causalità colla fecondazione per mezzo degli animali. Se si considera infatti che i fiori antocianici di *Campanula patula*, *rotundifolia*, *pusilla*, etc. e quelli di *Lotus*, *Papaver* seccando cambiano colore (Prantl, Buscalioni e Pollacci), si può logicamente trarne la conseguenza che siffatte variazioni costituiscono innanzi tutto un fenomeno dipendente dalla natura stessa del protoplasma e solo in via molto indiretta possono venir in sussidio alla fecondazione incrociata.

I cambiamenti di colore che si verificano nell' essiccamento, lasciando da parte i casi in cui essi sono dovuti alla presenza di indaco (*Lathraea*, talune Orchidee, ecc.), dipendono, secondo Fremy, della decomposizione di una sostanza organica azotata con produzione di ammoniaca che provoca l'alterazione del colore (fiori di *Hibiscus*, ecc.). In altri casi però, come ad esempio, allorchè si fa seccare rapidamente i fiori nel vuoto si ha eliminazione di acido carbonico e allora il contenuto cellulare passando dallo stato acido a quello alcalino cambia di colore e da rosso diventa violetto. In generale non si hanno ulteriori modificazioni, cioè non si arriva alla tinta verde.

heim, Delpino, Johow, Müller, Kerner, ecc.). Taluni autori per meglio poter analizzare la funzione vessillare hanno fatti dei tentativi di classificazioni biologiche ancor troppo empiriche perchè possano esser ritenute come definitive (Delpino, *Ulter. osservaz. sulla Dicogamia*).

Una particolar attenzione venne poi rivolta ai colori disposti sotto forma di macchie, di strie, di screziature, per lo più antocianiche, come quelle che secondo il Müller, il Darwin e Delpino valgano quasi esclusivamente ad indicare agli insetti la via che devono seguire per arrivare ai nettari, siano questi secernenti o falsi nettari (nettarindici di Delpino, Saftmaal di Sprengel) od al polline. La mancanza di nettarindici nei fiori che si aprono di notte (Sprengel) ed in quelli anemofili o cleistogami (Delpino) costituisce un documento atto a mettere in luce la funzione di tali produzioni.

Non pochi autori si son elevati contro cotesta interpretazione ed hanno obiettato che talune piante benchè sfornite di nettari presentano tuttavia dei nettarindici (*Hibiscus Trionum* (Kerner) *Helianthemum guttatum* (Bonnier)); che i nettarindici si trovano non solo presenti nei fiori irregolari nei quali quasi esclusivamente sarebbe necessaria la loro presenza per guidar gl' insetti (Bonnier) e che infine alcune piante sono nettarifere in talune regioni, mentre non lo sono più in altre (Bonnier). È vero che anche queste obbiezioni potrebbero da taluni venir infirmate coll'ammettere l' intervento di processi atavici, ma a noi pare che l' interpretare, colla scorta dell' atavismo, tutto ciò che non si concilia colle nostre vedute, costituisca un sistema talvolta pericoloso e che può portare ad erronee concezioni.

Le gravi controversie scientifiche che sono sorte come conseguenza dell'accanimento col quale gli uni vogliono considerare tutte quante le più minute variazioni di forma, struttura, colorazione fiorale, come fenomeni dipendenti dalla xenogamia, mentre gli altri ostentano scetticismo ed incredulità per tale teoria, hanno indotto più di un osservatore a cercare nell'esperimento la soluzione del complesso problema concernente la finalità dei colori fiorali.

A tal uopo il Lubbock, il Müller ed il Bonnier avendo collocato del miele su vetrini di differente colore e posti ad una certa distanza da un alveare, cercarono di stabilire se le api visitavano con maggior frequenza piuttosto l' uno che l'altro dei vetrini e qual era il colore che attirava di più gli animali. Le esperienze hanno dato risultati tutt'altro che concordi, poichè mentre il Müller ed il Lubbock riconobbero nelle api una più spiccata simpatia per il bleu, il Bonnier trovò invece che tutti quanti i colori usati (rosso, verde, giallo e bianco) attiravano in egual misura gli insetti e per di più il numero delle visite ai differenti ve-

trini dopo aver raggiunto un massimo, andava diminuendo gradatamente in proporzione dell'esaurimento della provvista di miele.

Il Plateau ebbe a constatare che se si esporta il nettario lasciando però in sito i petali colorati, ad un dato fiore, le visite degli insetti cessano; mentre all'opposto continuano se si esportano, come fece anche il Lovel, i petali, o si coprono con foglie, e si lascia in posto il nettario, o si mette ad arte del miele nel fiore così sfrondato. Da questa esperienza l'autore concluse che gli insetti sono attirati esclusivamente dall'odore, ma i risultati vennero combattuti, molto aspramente, dal Kienitz Gerloff e dal Knuth, i quali però giustamente rilevarono che il complesso dei fenomeni osservati dal Plateau non valgono che ad indicare che gli insetti sono anche attirati dall'odore e prevalentemente da questo. Del resto contro le ipotesi del Plateau parlano pure le osservazioni di Näegeli, di Perez e di Knuth, che sorpresero alcuni insetti a visitare dei fiori artificiali, fossero essi stati parzialmente riempiti di miele (Nögeli) o lasciati intatti. Ma vi ha di più; il Forel vide che certi insetti cui venivano tagliati gli organi dell'olfato, continuavano a visitare i fiori, mentre ciò non avveniva più con quelli acciecati. Questa esperienza, che parrebbe di capitale importanza, ha tuttavia il suo lato debole pel fatto che gli insetti privati degli occhi dirigono il volo quasi costantemente verso l'alto.

In modo più decisivo parla contro l'ipotesi di Plateau, l'esperienza di Dahl.

Quest'osservatore constatò che le api giovani, e perciò ancora inesperte, volano assai spesso sopra fiori il cui nettario è a loro inaccessibile, mentre quelle adulte non commettono più tale errore, il che indica che il senso della vista è in grado di far loro riconoscere i differenti fiori.

Anche il Filharsi ed il Bonnier coll'esperimento hanno contraddetto i sostenitori della teoria xenogamica e quest'ultimo credette di poter stabilire nel modo più formale, che non vi ha rapporti fra la colorazione dei fiori e la presenza del nettario, che i fiori colorati non sempre sono quelli più prediletti dagli insetti e che infine neppure i fiori maschili sono visitati sempre pei primi. Egli poi dimostra l'inefficacia dell'esperimento del Lubbock, il quale, avendo spostata la goccia di nettare dalla regione dei nettaroindici, constatava che gli insetti (api) non riuscivano più a rintracciarla, perchè egli potè riprodurre il fenomeno artificialmente in un recipiente qualsiasi, ciò che gli permise di concludere che l'esperimento di Lubbock vale semplicemente a dimostrare che le api, una volta che sono abituate a portarsi in un determinato punto, dove vi ha il nettare, stentano un po' a ritrovar

quest'ultimo se viene spostato, e non già, come vorrebbe il detto autore, che il nettarindice serva di guida.

Da tutti questi dati risulta evidente che l'esperimento non ha portato molta luce sui fatti, ma neppure è riuscito a portare un gran colpo alla teoria dell'impollinazione xenogamica qual è intesa dal Delpino e da altri autori e noi perciò incliniamo a credere che, malgrado le gravi obbiezioni tratte in campo dai moderni biologhi, fra i quali il Curtel ed il Bonnier, tra fiori ed insetti si siano stabiliti realmente dei rapporti intimi e complessi, grazie alla presenza nei primi di colori speciali, di odori e di sostanze zuccherine, i quali rapporti hanno potuto, nella lunga serie dell'evoluzione degli esseri, apportare delle profonde modificazioni tanto ai primi che ai secondi, allo scopo di accentuare maggiormente i vincoli. Ora l'antocianina non ha avuto certamente una parte secondaria in questo grandioso fenomeno biologico del quale essa stessa ha dovuto a sua volta sentirne, per riflesso, tutta la potenza. È nostra convinzione però che non pochi biologi abbiano esagerato eccessivamente la portata dei fatti, specialmente per quanto concerne l'antocianina che hanno vincolata ad un solo ufficio, quello vessillare, mentre dovevano aver sempre presente che questa sostanza, anche nell'ambito del fiore, è collegata a moltissimi altri fattori, quali la luce, l'umidità e via dicendo.

Coll'assolutismo unilaterale che informa, pur troppo, la teoria della xenogamia, riesce molto malagevole a spiegare alcuni fenomeni, oppure bisogna svisare la loro natura per farli entrare nell'orbita della teoria. Come mai può conciliarsi infatti colla teoria xenogamica che molti fiori doppi e sterili aumentano l'intensità di colorazione degli apparati di adescamento (Lindemann)? Per quali ragioni i nettari non sempre sono in rapporto coi nettaroindici (Bonnier)? Perchè i fiori hanno adottato forme e colori così svariati per attirare gli insetti, non hanno poi per altro canto saputo difendersi contro le raccolte illegittime? La mancanza di colori nei fiori che si aprono alla notte, non dipende piuttosto dall'esser questi sottratti alla luce, anzichè dalle condizioni peculiari dell'organo visivo dei pronubi? La vistosità dei colori non è forse talora un'arma a doppio taglio che può all'occorrenza esporre il fiore all'azione dei nemici, come venne persino dimostrato dal Delpino e dal Robert? Non ha forse dimostrato il Ludwig che gli insetti possono colle loro visite favorire l'autogamia anzichè la xenogamia? Ecco quali sono i quesiti e le obbiezioni principali sui quali dovrebbero ponderare i sostenitori ad oltranza della xenogamia per assurgere a concezioni sintetiche che, mentre tornino favorevoli alla teoria stessa, non arrivino a disconoscere l'importante azione che altri fattori, oltre gli ani-

mali pronubi, possono esercitare nell'evoluzione fiorale e nello sviluppo dei pigmenti, fra i quali principalissimo l'antocianina.

Noi non possiamo chiudere il presente capitolo senza accennare ad una peregrina idea del Freire, il quale constatò, o almeno credette di poter affermare che determinate Bacteriacee vegetano nell'interno dei fiori, le quali poi, coltivate su adatti mezzi, sviluppano dei colori i quali armonizzano colle tinte delle parti fiorali che ricettavano gli organismi. Se le vedute del Freire sono giuste, ciò che però è poco probabile, la colorazione dei fiori acquisterebbe un'importanza capitale per i molteplici processi biologici che ad essa sarebbero collegati.

CAPITOLO XIX.

Le antocianine in rapporto ai processi patologici.

Molti processi patologici che colpiscono le piante esercitano una non dubbia influenza sull'antocianina, determinando talora la sua apparizione in organi e tessuti che normalmente ne sono privi, o viceversa provocandone la scomparsa. Non sempre però si può stabilire con sicurezza se i processi che danno luogo a queste variazioni debbano essere classificati fra quelli di natura patologica, o non piuttosto costituiscano semplicemente dei processi fisiologici più o meno esaltati. Il passaggio dagli uni agli altri è talora così insensibile, come chiunque può constatare osservando, ad esempio, quanto avviene sotto l'influenza del freddo, che il lettore ci concederà venia se nella trattazione delle cause morbose fu giuocoforza qualche volta ritornare su argomenti che altrove erano già stati trattati dal punto di vista fisiologico.

Fra le cause morbose che più da vicino interessano l'antocianina, vanno annoverate le azioni debilitanti, la temperatura eccessiva, l' insolazione, le lesioni meccaniche, la folgorazione, i veleni, il parassitismo ed inoltre alcuni fattori che noi chiamiamo col nome di cause indeterminate perchè non sono ancora troppo a fondo conosciuti nella loro intima essenza.

Molti di questi agenti però non potrebbero tuttavia, in più di un caso, spiegare la loro azione se la pianta non portasse con sè le stimmate della predisposizione e noi avremo appunto occasione di constatare come l'organismo, a seconda della colorazione di cui sono ornati i

suoi organi principali, può andare più o meno soggetto a contrarre determinate malattie o a subirne più gravemente l'influenza.

Intanto bisogna sempre aver presente che le manifestazioni morbose, le quali hanno per risultato la scomparsa o viceversa la produzione di antocianina, in alcuni casi costituiscono dei sintomi più o meno caratteristici della entità morbosa, in altri invece non rappresentano che delle alterazioni di natura secondaria che possono persino far difetto.

a) Azioni debilitanti.

Le condizioni di esistenza poco favorevoli allo sviluppo della pianta provocano la comparsa dell'antocianina in taluni organi della stessa, o viceversa la sua scomparsa. Cosi, ad esempio, la *Mercurialis tomentosa* diventa colorata in bleu quando venga coltivata in cattive condizioni, mentre all'opposto alcune *Tulipa*, sotto l'azione di cause debilitanti, diventano bianche.

Secondo il Mer, l'arrossamento di molti germogli nati un po' presto, dipenderebbe appunto dal trovarsi le piante in cattive condizioni di esistenza, poichè le gemme che si aprono in primavera avanzata, non passano più per un periodo antocianico.

Anche la comparsa del colore rosso autunnale si vorrebbe da taluni collegare coll'intervento di speciali cause debilitanti, ed infatti le foglie arrossate assimilano meno energicamente (Macaire Princeps) e cadono prima delle altre in seguito, forse, a diminuita traspirazione (Mer e Wiesner).

Per le stesse ragioni molte volte i fiori che si schiudono un po' precocemente vanno soggetti a variazioni di tinta, ed il Duchartre cita appunto il caso di alcuni esemplari di *Syringa* che forzati svilupparono dei fiori bianchi.

Il Mer fa infine osservare che l'indebolimento è causa spesso della comparsa dell'albinismo o della variazione in generale, poichè molte volte l'alterazione scompare se si assoggetta la pianta a migliori condizioni di esistenza.

b) Azione della temperatura.

Come sopra è stato detto, quest'argomento fu già trattato nel Cap. IX, sotto il punto di vista fisiologico. Noi ci limiteremo pertanto qui ad aggiungere alcuni dati i quali valgono a dimostrare come talune

piante antocianiche reagiscano diversamente dalle altre sotto l'influenza del freddo.

Nel *Garden Chronicle* del 1878 trovasi riportato che la brina esercita sui fiori colorati di *Polyanthes* e di *Primula* un'influenza assai più dannosa che su quelli bianchi, ed analoghi risultati sono stati segnalati dal Kumisch per quanto riguarda le Orchidee, le foglie di *Coleus* ed i peli di *Tradescantia.*

Il Darwin ha pure constatato che taluni Giacinti d'Olanda rossi, i quali si erano sviluppati dopo di aver superato un inverno piuttosto rigido, perdettero molto di pregio ornamentale.

L'azione dannosa del freddo sui fiori colorati fu studiata sperimentalmente e dal punto di vista istologico, dal Fisch, il quale ebbe a constatare, innanzi tutto, che nella notevole irradiazione cui questi vanno soggetti, va ricercata la causa delle alterazioni e secondariamente che le differenti piante si presentano diversamente sensibili al freddo, potendo, ad esempio la Viola, resistere, senza subire alterazioni di tinta, ad una temperatura di — 4°, alla quale i fiori di altre piante (*Myosotis*) non tardano a cambiar di colore passando dal rosso al bleu.

Sotto l'azione del freddo intenso, le cellule antocianiche si disorganizzano e l'antocianina si raccoglie nelle maglie dei reticoli plasmici.

Per quanto concerne l'azione delle temperature piuttosto alte, si hanno pochi studi, la maggior parte dei quali venne di già riportata nel Cap. IX. Noteremo adunque soltanto che l'insolazione, come sorgente di calore, agisce con diversa intensità sulle piante, e ciò a seconda della natura dei pigmenti che queste contengono ed a seconda che sono ricche o povere di antocianina. Infatti i Pelargonii oscuri, alcune varietà di *Viola tricolor* e quelle scarlatte od oscure di *Verbena,* soffrono assai sotto l'influenza di una forte insolazione in confronto di altre varietà diversamente colorate.

c) Lesioni meccaniche.

Wiesner, Molisch, Rathay, Weigert, Wilhelm, E. Pollacci ed altri autori, hanno osservato che se ad una pianta di vite si incide, ad anello, un ramo, od i picciuoli, oppure si tagliano le nervature fogliari, od anco si lacera una porzione di lembo, le foglie o la porzione di queste sovrastanti alla lesione, dopo un periodo di tempo che può variare da sette a trenta giorni, diventano rosse e l'arrossamento si presenta così uniforme ed intenso che difficilmente può andar confuso con quello autunnale (Lindsbauer).

Il Rathay ed il Weigert hanno pure messo in evidenza, come fenomeno abbastanza singolare, che le foglie così arrossate conservansi più a lungo turgide di quelle verdi, per cui quando vengono staccate dal caule esse seccano con maggior lentezza in confronto di queste ultime. Ciò proverebbe che la traspirazione è diminuita nelle foglie rosse ed infatti se si introduce un ramo a foglie rosse in un pallone e poscia si ripete l'esperimento con un altro ramo a foglie verdi, si può constatare che è assai più debole l'emissione del vapor acqueo per parte delle foglie rosse, poichè la parete del pallone contenente le stesse tarda assai a coprirsi, sulla superficie interna, di rugiada, in confronto del recipiente di controllo (Rathay).

Egli è singolare il fatto che la decorticazione arriva a produrre l'arrossamento solo nel caso che venga praticata in autunno, cioè nell'epoca in cui gli acini dell'uva cominciano ad arrossare; la lesione rimane senza influenza, per quanto concerne l'antocianina, se viene eseguita d'estate.

Il fenomeno fu variamente interpretato dai differenti autori: così ad es., il Molisch ritiene che esso dipenda da diminuzione nel trasporto dell'acqua; il Wiesner invece è d'avviso che impedendosi, coi tagli, l'arrivo dell'acqua alle foglie si impedisce pure il trasporto del CO^2, per cui il CO_2 contenuto nelle foglie, ben tosto viene del tutto eliminato per diffusione. Grazie ad una tale condizione di cose, si ha quindi un eccesso di O nel parenchima fogliare, il quale provoca ben tosto la formazione di acidi organici, che a loro volta determinano la comparsa dell'antocianina.

Benchè la turgescenza si conservi più a lungo nelle foglie arrossate, pur tuttavia il Lindsbauer ha notato che le stesse cadono prima di quelle verdi ed il fatto va ricercato nei disturbi di nutrizione, anzichè nella deficienza di acqua.

L'arrossamento artificiale delle foglie e dei cauli fu pure ottenuto in alcune altre piante, talune delle quali arrossano più o meno normalmente nell'autunno o nella primavera (*Viburnum opulus, Viburnum Lantana, Crataegus* (Sorauer), *Sonchus, Cornus, Geranium, Rosa* (Rathay, Wilhelm, Wiesner), mentre altre non arrossano (*Koelreuteria paniculata* (Wiesner), *Graminaceae* (Kraus)). In tutti questi casi l'arrossamento è collegato all'indebolimento dell'attività dei cloroplasti.

Se l'arrossamento, in seguito a lesioni, si presenta con abbastanza frequenza nelle foglie e nei cauli altrettanto non può dirsi pei fiori. Interessante sotto questo punto di vista è il caso del *Cyclamen persicum giganteum* i cui fiori, bianchi all'apice e rossi alla base, quando vengano feriti arrossano anche al di sopra della lesione (Menegazzoli).

Il Goiran che riporta il fatto ritiene che qui parimenti abbia luogo un arresto dei succhi con successiva ossidazione degli stessi, ma però va troppo lungi dal vero quando afferma che le sostanze ossidate, di color rosso, si depositano di poi sotto forma solida.

Anche nei frutti si può osservare, sebbene raramente, dei cambiamenti di colore come conseguenza di lesioni. Un bellissimo esempio è stato riferito dal Böhm il quale avendo staccato da una pianta di *Passiflora coerulea* un ramo portante alcuni frutti ancora verdi constatò che questi divenivano bleu assai prima di quelli rimasti aderenti alla pianta, e ciò tanto nel caso che il ramo venisse posto all'oscuro, o tenuto colla superficie di sezione sott'acqua.

Lo stesso autore potè poi anche constatare che se si taglia in più parti il frutto immaturo di detta *Passiflora*, senza però staccare completamente i pezzi, oppure si esporta quasi del tutto l'epidermide, la colorazione non tarda pure a manifestarsi nella parte lesa.

Da ultimo fra le lesioni meccaniche che possono provocare l'arrossamento dei vari organi delle piante ricorderemo ancora il morso di taluni animali ed in specie degli insetti quali i *Tineidi* del *Rumex* e del *Rubus*, il *Rhinchites betulinus* ed il *Tetranichus telarius* della Vite.

d) Folgorazione.

La folgorazione, al pari delle lesioni meccaniche, quali le ferite le torsioni, ecc. può produrre in alcune piante l'arrossamento delle foglie ed anche dei rami in corrispondenza della regione sovrastante al punto colpito.

L'arrossamento si manifesta con tutta facilità nella Vite che a quanto pare è anche una delle piante colpite con particolare predilezione dal fulmine (in specie le varietà a bacche nere). Si deve appunto a questa circostanza se il Colladon, il Rathay, il Pfau, lo Schellemberg ed il Caspary hanno potuto studiare a fondo, appunto sulla vite, le lesioni prodotte della folgore e se pure sulla stessa pianta il Ravaz ed il Bonnet sono riusciti a condurre a termine i loro studi sperimentali sulla folgorazione.

I risultati cui giunsero gli autori menzionati concordano abbastanza fra loro; solo il Caspary s'allontana alquanto dalle vedute degli stessi, poichè ritiene, ma erroneamente, che la colorazione rossa non sia dovuta all'azione della folgore.

Il pigmento antocianico che si manifesta, a quanto pare, solo nelle varietà rosse di *Vitis* ed in seguito all'azione delle stesse cause (difetto

d'acqua, rallentamento nella circolazione dei succhi, ecc.) che provocano l'arrossamento sotto l'azione delle lesioni meccaniche (Rathay) si manifesta con macchie brune che poi, grazie allo sfacelo della clorofilla, diventano tipicamente rosse.

È difficile distinguere l'arrossamento prodotto dal fulmine da quello dovuto a lesioni meccaniche, ma assai spesso ci può servire di guida nella diagnosi la circostanza che là dove è caduto il fulmine si trovano per lo più molti tralci di *Vitis* arrossati, tanto che il Rathay ne ha potuto contare in un caso persino cinquecento, raccolti in un'area poco estesa di vigneto.

e) Azione dei veleni.

Per quanto abbiamo potuto constatare l'argomento è stato trattato, e soltanto in modo superficiale, dall'Overton e dal Tassi. Il primo fa notare che se si coltivano piantine di *Lilium martagon* in alcool, o etere amilico, o acetone od etere etilico si ottiene, qualora però le soluzioni siano abbastanza concentrate, un arrossamento più o meno marcato di talune parti della pianta. Allo stesso risultato arrivò il Tassi coltivando il *Crocus luteus* in soluzioni concentrate (1 : 8) di cloridrato di cocaina. Egli però fa osservare che la colorazione non si manifesta più, se si adopera invece il bicromato di potassa.

L'Overton spiega il fenomeno ammettendo che la narcosi produca dei gravi disturbi nel trasporto degli assimilati, ciò che pare abbia fondamento di verità.

f) Influenza del parassitismo.

Noi vediamo assai spesso l'antocianina accompagnare i processi patologici dipendenti dal parassitismo, ma la sua presenza, a seconda dei casi, può costituire un sintomo quasi patognomonico della malattia, oppure rappresentare solo un'accidentalità collegata unicamente ai disturbi secondari che l'insediamento del parassita può dar luogo, fra i quali merita in particolar modo di esser annoverato l'essiccamento più o meno rapido cui va incontro la parte lesa.

L'antocianina si presenta assai spesso nelle produzioni di natura gallicola come hanno fatto rilevare il Darwin, il Kustenmacher, il Bejerink, il Lacoq, il Duthiers, il Sorauer, il Frank, il Ludwig ed altri autori.

Fra le galle che più frequentemente si presentano arrossate meritano di essere segnalate quelle prodotte dall' *Hormomya Fagi*, dalla

fitoptosi dell'Alloro (Massalongo), dall' *Aulax Hieracii* e dall'*Aulax Glechomae*, da taluni *Spathegaster*, dal *Rhodites Rosarum* e dal *Rhodites eglanteriae*, da molti *Phytoptus* e via dicendo.

Secondo il Kustenmacher il colore sarebbe dovuto alla presenza di flobafeni, ma è molto probabile che in non pochi casi quest'autore confonda tali sostanze con l'antocianina, ciò che del resto è abbastanza giustificabile data la grande affinità fra i due pigmenti.

Non è ancor stata ben accertata quale funzione compia l'antocianina nella biologia delle galle, inquantochè mentre alcuni sostengono che essa, producendo un leggero aumento di temperatura nella parte in cui si sviluppa, valga ad offrire un albergo abbastanza tiepido alle larve racchiuse nel tumore, altri invece ritengono che la colorazione sia di nessuna utilità alla pianta od all'insetto.

Qualche osservatore ha pure emesso l'ipotesi che il pigmento serva a proteggere le galle contro il morso degli animali *(Cecidomyxia Fagi)* ed anzi il Thomas, parlando delle galle colorate di alcune *Dryophanta* e *Cynips,* è giunto fino ad ammettere che quelle striate di rosso e di verde costituirebbero degli esempi di mimetismo in cui la particolare distribuzione del colore rosso servirebbe appunto a difesa della galla.

A noi pare poco probabile che tale sia la funzione del pigmento poichè la colorazione rosso viva di certe galle che fa rassomigliare queste a certi frutti[1] (fragole) potrebbe esporre la galla ad esser divorata o danneggiata, per errore, da qualche animale. Egli è adunque necessario cercare altrove la vera funzione dell' antocianina, non potendo neppur sembrare troppo fondata l'ipotesi che vedrebbe nel pigmento unicamente una causa di riscaldamento.

Merita intanto di esser segnalato che alcune galle, anzichè esser contradistinte per la presenza di pigmento antocianico, provocano invece la scomparsa di questo come venne dimostrato per le galle di taluni *Aulax* (Treub) e per quelle del *Phytoptus* della *Lisimachia vulgaris.*

Fra le produzioni che hanno una certa attinenza colle galle devonsi annoverare le insaccature prodotte dalla guaina fogliare di talune *Melastomaceae*, le quali servono di abitazione a più di una specie di formiche dei paesi tropicali. Ora anche queste singolari produzioni sono internamente tappezzate da uno strato epidermico colorato in rosso e la colorazione si forma quasi indipendentemente dalla luce, vivendo le piante in questione nel fitto delle foreste americane (Buscalioni).

A proposito delle galle torna ancora opportuno ricordare che il Kronfeld ritiene che il fiore centrale dell'ombrelle del *Daucus Carota*

[1] Nel senso volgare della parola.

derivi da metamorfosi di produzioni gallicole che avrebbero occupato una porzione dell'ombrella. Se una tale veduta venisse confermata essa avrebbe non poca importanza, poichè varrebbe a portar molta luce sulle cause che hanno provocato la colorazione speciale di quel fiore, ma noi facciamo osservare che la colorazione spesso si manifesta anche sui petali dei fiori circostanti a quello centrale, per cui è poco probabile che l'interpretazione del Kronfed sia giusta.

Dai fatti esposti si può arguire che l'antocianina esercita una funzione di non dubbia importanza sulla vita di molte galle, ciò che costituisce un nuovo argomento a favore dell'ipotesi, la quale attribuisce alla pianta una partecipazione attivissima e, ci si permetta la parola, quasi intelligente nella produzione del tumore, essendo la costituzione di questo tutta quanta intesa a proteggere nel miglior modo possibile la vita degli insetti cui essa dà ricetto. Il fatto appare abbastanza evidente se si considerano le produzioni, assai affini alle galle, dovute alla presenza di formiche nell'interno delle piante formicarie, ma riuscirà ancor più manifesta quando noi avremo, nella terza parte di questo lavoro, trattato a fondo la questione della funzione dell'antocianina.

Anche molti bacteri e funghi, quando conducono una vita parassitaria nella compagine dei tessuti delle piante superiori, determinano spesso la formazione del pigmento antocianico. Fra i primi segnaleremo in special modo i bacteri del *Cyclamen* (Prillieux) ed i bacteri dell'arrossamento della vite (Arcangeli e Baldrati). A riguardo di questa malattia però non si è ancora detta l'ultima parola non conoscendosi se i bacteri, che taluni pretendono di aver trovato nelle parti ammalate, siano le cause del morbo o un'accidentalità dello stesso, e non potendosi neppure escludere la dipendenza della lesione da cause meteorologiche. La malattia inoltre non è sempre diagnosticabile con facilità, per cui non ci deve recar meraviglia se da molti è stata confusa con altri processi morbosi (*Gelivure*, *Malattia della California*, *Rouget*, ecc.) dovute a cause pure non ben chiare. È duopo però notare che l'Arcangeli ebbe a riconoscere fra i sintomi più salienti della malattia, oltre all'arrossamento, l'occlusione dei vasi delle foglie per mezzo di masse mucillagginose o tanniche, per cui si ha un arresto nella circolazione dei succhi e talora anche un aumento d'amido nelle cellule malate, il che, come vedremo fra poco, deve certamente esercitare un'influenza sulla comparsa dell'antocianina, il cui sviluppo viene poi anche favorito dal fatto che le piante assimilano poco (Griffon).

Tra i funghi parassiti che più di frequenti danno luogo alla formazione di antocianina segnaleremo soltanto alcune *Cercospora*, *Ramu-*

laria (Mer), l'*Aecidium Rhamni*, l'*Aecidium Urticae* e l'*Aecidium aspleni-folium* (Wakker), il *Cystopus Bliti* che provoca, oltre l'arrossamento nelle infiorescenze dell'*Amaranthus retroflexus* e dell'*Amaranthus Blitium*, anche una notevole e persistente turgescenza delle parti infette (Magnus, Massalongo e Schröter), il *Saccharomyces* del *Sorghum* (Cavara), l'*Exobasidium vitis*, il *Synchitricum* dell'*Anemone*, il *Cercosporium* delle Cipolle di *Amaryllis* e di *Eucharis* (Prillieux) la *Sphaerella Fragariae*, le *Nortiera Nespili*, la *Plasmadiophora californica* ed alcuni altri parassiti stati segnalati dal Mer, dal Mac Millan e da altri autori, molti dei quali organismi sono la causa delle così dette *Blattfleckenkranckeiten* degli autori tedeschi.

Anche a riguardo dei bacteri e dei funghi nulla si sa intorno le cause che producono il pigmento, e noi per ora ci limitiamo perciò unicamente a far notare che nelle parti delle piante infestate da parassiti fungini venne da più di un autore constatata la presenza di fermenti ossidanti.

g) Cause indeterminate.

Molte volte si incontrano delle chiazzature rosse sulle foglie, sui cauli e sui frutti, od anco si verifica una tinta rossa più o meno diffusa senza che per altro sino ad ora si sia potuto stabilire il loro intimo nesso con determinati processi morbosi. [1] Nel maggior numero dei casi la comparsa del pigmento antocianico si manifesta quasi improvvisamente, ma in altri invece non costituisce che la persistenza di condizioni embrionali o primordiali.

Un esempio molto singolare di questo genere si venne offerto da una piantina di *Theobroma Cacao* coltivata nelle serre dell' Orto Botanico di Pavia. La piantina, in piena vegetazione presentava come al solito le foglie giovani di color rosso pallido che più tardi andava mano mano scomparendo per cedere il posto alla tinta verde. Alcune foglie però invece di assumere una colorazione verde uniforme divenivano tali solo in tratti più o meno estesi del lembo, mentre la rimanente porzione rimaneva rossa-rosea. L'esame microscopico dei tratti rimasti arrossati lasciò riconoscere un assottigliamento del lembo e la presenza di antocianina nel succo cellulare delle cellule circostanti ai fasci vascolari. La causa della malattia rimase a noi affatto sconosciuta.

Alcune delle cause indeterminate, anzichè provocare la colorazione

[1] Il colore finisce per fissarsi sulla parete della cellula (Palmer e Comes).

antocianica, determinano la scomparsa di questo pigmento dalla parte colpita. Gli esempi più classici di questo genere ci vengono offerti dai casi di virescenza e di albinismo, dei quali si è già tenuto altrove parola.

Non tutti però gli esempi di questo genere si possono riportare, come si è visto, a cause ignote, poichè è stato osservato che la virescenza può manifestarsi ad esempio, in seguito a parassitismo e l'albinismo completo od incompleto che è frequente nei fiori, un po' più raro nei frutti e che si osserva anche nel ricettacolo ingrossato dalla *Fragaria*, è dovuto talora a secchezza come venne stabilito per il *Convolvulus*.

Fra gli esempi di albinismo dovuto a cause ignote noi citeremo quello offertoci dalla *Cardamine pratensis* che nei dintorni di Pavia si presenta costantemente a fiori bianchi, ma noi non siamo alieni dal ritenere che questa anomalia sia in rapporto colle condizioni locali di umidità le quali a lungo andare avrebbero provocata la comparsa di una tale varietà. [1]

h) Predisposizione alle malattie ed alle lesioni.

Già abbiamo in parte trattato quest'argomento nelle pagine dedicate all'influenza del freddo, della folgorazione, ecc., per cui crediamo utile di riportare qui soltanto alcuni esempi più o meno interessanti e che dimostrano come l'antocianina possa predisporre alcune piante a contrarre determinate malattie e lesioni.

Il Darwin ha fatto notare che le varietà rosse di *Prunus* dell'America del Nord e la Canna da zucchero rossa dell'Isola Maurizio sono più soggette a certe malattie di quelle verdi.

Lo stesso autore riporta pure che le varietà rosse di Ciliege, di Lampone e di Agrifoglio sono più rovinate dagli uccelli in confronto delle varietà bianche o gialle delle stesse specie.

Infine analoghi esempi trovansi segnalati in vari fascicoli del *Gardiner Chronicle*.

In altri casi invece si potrebbe quasi ammettere che l'antocianina, anzichè aumentare la predisposizione alle malattie ed alle lesioni, co-

---

[1] Non si deve confondere coll'albinismo, il cambiamento di colore che si osserva nei fiori della *Vernonia Sandersonii* che dapprima rossi diventano più tardi bianchi o in quelli di *Pleroma Sellowianiana* che si comporta in modo opposto (Ludwig) poichè nel primo caso trattasi soltanto di decomposizione del pigmento e nel secondo di tardiva comparsa dello stesso.

stituisca una difesa contro le stesse, essendo stato accertato, per portare solo due esempi, che le Verbene bianche sono più soggette alla " golpe " di quelle altrimenti colorate e che le uve verdi furono le prime ad essere attaccate dall'*Oidium*.

Noi ignoriamo completamente quale sia l'azione del pigmento, se pure ve ne ha una, tanto in un caso come nell'altro; solo possiamo affermare che per quanto riguarda le lesioni prodotte da uccelli, la maggior vistosità dei frutti rossi costituisce forse la causa per cui questi riescono più danneggiati in confronto di quelli bianchi e quindi lasciamo alle ricerche future di risolvere l'oscuro problema che riflette la predilezione con cui certe malattie si manifestano su piante di determinato colore.

CONCLUSIONE.

Dall'esposizione storico-critica che abbiamo fatta risulta evidente che numerose sono le osservazioni che sulle antocianine vennero eseguite dai botanici, ma nello stesso tempo appare pure manifesto che i gravi disaccordi nei pareri, la poca rigorosità con cui furono condotte alcune ricerche e la difficoltà di venire a cognizione dei differenti studi sparsi in svariati e poco diffusi opuscoli e giornali, sono state le cagioni principali per cui fino ad ora i botanici non hanno accordato alle antocianine quell'importanza che si meritano e le hanno quasi unicamente prese in considerazione come sostanze di richiamo a servizio della fecondazione xenogamica o come sostanze protettrici dei cloroplasti.

Dall'assieme delle nostre ricerche emerge all'opposto, ed apparirà ancor più evidente nella terza parte del presente lavoro, che molto più complessa è l'azione esplicata dalle antocianine nella biologia delle piante e noi quindi possiamo già fin d'ora formulare le seguenti conclusioni:

Le antocianine rivelano una certa affinità di funzione con alcuni pigmenti delle piante inferiori che, come si sa, sono assai spesso subordinati alle condizioni di radiazione. Esse sono poi in intimo rapporto coi flobafeni dai quali ben poco si differenziano. Variabili nella loro costituzione chimica, nelle differenti piante ed a seconda dei processi metabolici che si compiono nelle cellule, le antocianine traggono ori-

gine dall'ossidazione dei tannini sotto l'influenza dell'ossigeno e forse anco di enzimi ossidanti. Esse poi si fissano di preferenza su certi corpi (cromogeni) di natura tannica, o si diffondono nel succo cellulare, dove talora anche si raccolgono in ammassi globulari, od infine assumono forma cristallina.

Per la loro solubiltà in acqua, in specie se acidulata, per la loro poca affinità per le sostanze grasse, per la loro speciale localizzazione nell'interno della cellula, per le modificazioni peculiari infine che subiscono sotto l'azione degli acidi e degli alcali, le antocianine riescono abbastanza caratterizzate: noi possiamo pertanto quasi sempre rilevarne la loro presenza anche quando nelle cellule antocianiche esistono altri pigmenti ed in specie quelli appartenenti alla serie xantica del De Candolle.

Le variazioni di colore cui l'antocianina va soggetta nei differenti mezzi, acidi od alcalini, vengono poste in nuova luce dai dettami della moderna chimica ed in specie dalla teoria della dissociazione dei joni, formulata dall'Arrhenius e Ostwald e da uno di noi posta in evidenza senza ricorrere all'intervento di energie dissocianti (Buscalioni e Purgotti).

L'antocianina, oltrechè coi tannini e coi flobafeni, è pure collegata, dal punto di vista genetico, cogli zuccheri, mentre da un altro canto non ha che rapporti affatto indiretti con altre sostanze contenute nelle cellule ed in particolar modo cogli oli e colla clorofilla.

Sottoposta all'analisi spettroscopica, l'antocianina acida lascia riconoscere alcune strie di assorbimento che però sono ben lungi dall'aver una posizione costante; ciò malgrado, in tesi generale, si può affermare che le strie sono disposte in modo da lasciar quasi del tutto passare quei raggi che sono utilizzati dalla clorofilla, il che permette il normale funzionamento di questa sostanza. Allo stato alcalino invece le strie di assorbimento delle due sostanze, si sovrappongono parzialmente.

La distribuzione anatomica del pigmento ci ha rilevato due fatti abbastanza interessanti e sui quali non è stata fissata che superficialmente l'attenzione degli studiosi. Noi intendiamo accennare alla frequente localizzazione dell'antocianina attorno ai cordoni di collenchima ed all'ingiro del tessuto acquifero, ciò che vale a dimostrare una certa relazione del pigmento cogli organi che presiedono al movimento dell'acqua nelle piante. È anche probabile che la presenza dell'antocianina vada in alcuni casi collegata con talune modificazioni di struttura delle cellule, ma su questo argomento non possediamo che incomplete nozioni.

L'influenza del terreno e della nutrizione, come agenti formatori del pigmento, non ci è parsa sempre troppo chiara, e solo possiamo

affermare che certi sali possono più o meno influire sulla produzione del pigmento, o modificarne la sua costituzione. Così pure sembra che la riduzione dei processi fotosintetici, quale si ottiene dall'esportazione di talune parti della pianta, influendo sulla nutrizione generale di questa, agisca in modo dannoso sulla produzione del pigmento.

Ben più importante appare l'azione della luce ed in special modo di certe radiazioni (raggi ultravioletti) sulla formazione del pigmento, sebbene non manchino gli esempi in cui questo formasi pure all'oscuro. Considerata nei suoi rapporti colla luce, l'antocianina avrebbe, in certi casi, indubbiamente la funzione di proteggere, a guisa di schermo o di filtro colorato, i cloroplasti da un'eccessiva radiazione.

Alquanto più discordi si sono mostrati i pareri allorchè gli autori hanno cercato di stabilire l'influenza che le basse o le alte temperature esplicano sull'antocianina e se piuttosto le une che le altre influiscono sulla sua formazione, ma vedremo più tardi come possano conciliarsi fra loro queste opposte vedute.

Dubbia è l'influenza spiegata dall'umidità sull'antocianina e parimenti mal sicure sono le nozioni che possediamo su quanto ha attinenza all'assimilazione ed al trasporto degli assimilati e la presenza del nostro pigmento. Dal complesso dei lavori che abbiamo passato in rivista appare tuttavia emergere, sotto forma molto nebulosa e confusa, l'opinione che l'antocianina tenda a formarsi allorchè si indebolisce l'attività fotosintetica del CO_2.

Il discreto numero di osservazioni che possediamo sulla respirazione delle piante antocianiche, non lascia alcun dubbio sulla stretta dipendenza che vi ha tra la formazione dell'antocianina da una parte ed il fenomeno della respirazione dall'altra; ciò che ben si comprende quando si consideri che l'antocianina è un prodotto di ossidazione. Le ricerche sui fiori si sono particolarmente mostrate interessanti sotto questo punto di vista, ma intanto rimane ancora ad investigare se oltre l'ossigeno atmosferico anche i fermenti ossidanti possano favorire lo sviluppo del pigmento, ciò che, come sopra è stato detto, appare assai probabile, almeno in certi casi.

Gli autori che si sono prefissi di investigare i rapporti dell'antocianina colla traspirazione, preoccupati assai spesso di seguire delle idee preconcette, sono arrivati a risultati diametralmente opposti fra loro, poichè gli uni hanno affermato che l'antocianina colla sua presenza e col suo potere termogenico aumenta la traspirazione, gli altri invece vennero a conclusioni opposte. Occorre però notare che questi ultimi, benchè abbiano studiato il fenomeno della traspirazione nella piante antocianiche, non hanno però saputo mettere in evidenza l'intimo nesso

di causalità che vi ha fra antocianina e diminuita traspirazione, ma solo accennarono incidentalmente alla concomitanza dei due fattori.

Anche molto incerta appare l'azione delle differenti radiazioni dello spettro sulla traspirazione delle piante colorate dall'antocianina: noi segnaleremo però che il Comes ammette che la pianta traspiri di più sotto l'influenza delle radiazioni assorbite dall'antocianina.

Per quanto riguarda le influenze climatiche noi segnaleremo unicamente, come dato di una certa importanza teorica, che le regioni tropicali, alpine ed artiche[1] costituiscono tre zone di massimo sviluppo dell'antocianina. Per le altre regioni le nozioni che possediamo sono molto incerte.

Poco si sa intorno al comportamento dell'antocianina dal punto di vista della fenologia, ma egli è certo che in molti casi la comparsa e la scomparsa del pigmento sono subordinate all'avvicendarsi delle stagioni.

Una grande luce ha portato l'antocianina, come indicatore dell'eredità, nelle ricerche sulla discendenza e noi abbiamo potuto diffatti constatare, seguendo i risultati ottenuti dal Mendel, dal Darwin, dal De Vries, dal Correns e da altri autori, come determinate leggi presiedano alla comparsa ed alla scomparsa del pigmento negli ibridi ed alla formazione delle così dette colorazioni settoriali.

Le eccezioni alla regola non mancano, e qualche volta poi l'antocianina appare con diverso colore, negli ibridi, da quello che ha nei progenitori. Questo fenomeno può forse, secondo noi, trovare la sua spiegazione qualora si consideri che se la parte colorata di uno dei progenitori è rappresentata nell'altro da un tessuto privo di antocianina ma contenente dei liquidi di differente costituzione chimica rispetto all'alcalinità o acidità, l'antocianina che si forma nell'ibrido può venir influenzata da questi e presentarsi quindi in uno stato chimico differente da quello che aveva nel progenitore per cui apparirà di colore differente.

Lo studio tanto della derivazione dell'antocianina da altri pigmenti, quanto della sua evoluzione nell'organismo, ha portato Allen Grant, Ludwig e Müller a conclusioni che non ci paiono troppo fondate poichè basate sull'ipotesi che i differenti colori della serie xantica e cianica nelle piante superiori derivino gli uni dagli altri, mentre per la loro natura ed origine differenti debbono essere considerati come entità affatto distinte. Noi abbiamo quindi creduto opportuno di esporre una nuova ipotesi sulla filogènesi del pigmento in questione, la quale mentre si con-

[1] Forse anche le Savare si presentano favorevoli allo sviluppo dell'antocianina.

cilia colle moderne vedute dell'evoluzione fiorale e coi nuovi concetti sulla costituzione chimica degli indicatori, tiene anche conto della differente natura dei diversi pigmenti e delle condizioni sotto le quali essi si manifestano.

Nella nostra rassegna abbiamo anche cercato di raccogliere per sommi capi la letteratura, veramente poderosa, che riflette i singolari rapporti tra le piante e gli animali, i quali rapporti hanno il loro fondamento nella funzione vessillare e nel mimetismo, devoluti entrambi in grande parte all'antocianina. Lo studio critico delle varie osservazioni ci ha portati a ritenere che l'antocianina, fino a prova contraria, non può venir considerata come sostanza che valga a proteggere le piante contro il morso degli animali. Per quanto concerne il processo della xenogamia si può invece affermare che essa esercita una non dubbia influenza come mezze di allettamento degli animali, ma non è questa la sola funzione dell'antocianina fiorale, ed anzi noi non esitiamo ad affermare che in molti casi la peculiare localizzazione del pigmento nel fiore non ha alcunchè a vedere colla funzione vessillare.

Infine abbiamo anche posto in rilievo la frequente concomitanza dell'antocianina nei processi patologici, come pure riportati anche non pochi esempi di scomparsa del pigmento sotto l'azione del parassitismo e di altre cause morbose, ma le ricerche poco estese che si hanno su questo argomento non ci hanno permesso di assurgere a considerazioni di qualche importanza, in ispecie per ciò che concerne la predisposizione alle malattie messa in rapporto colla presenza dell'antocianina.

Giunti al termine di questo studio storico-critico nel quale, per quanto ce lo hanno concesso i mezzi di cui disponevamo, abbiamo procurato non solo di compendiare tutto quanto di maggiormente interessante si è scritto sull'antocianina, ma anche di vagliare con una critica spassionata le differenti opinioni, noi abbiamo sentita profonda la convinzione che i botanici abbiano studiata l'antocianina da punti di vista troppo unilaterali. Noi siamo quindi fino ad ora ancora ben lon-

tani dall'aver raggiunto la soluzione concernente l'antocianina del problema, che solo potrà essere ottenuta quando da uno studio profondo dello stesso si riescirà a formulare una concezione sintetica sulla natura del pigmento ed a dare un'interpretazione la quale valga non solo ad illustrare le singole funzioni dell'antocianina, ma a concatenare fra loro quelle che apparentemente appaiono discordi, e spieghi infine nel modo più semplice e facile i differenti fenomeni della biologia vegetale che si connettono alla presenza del pigmento antocianico o da questo dipendono.

PARTE III. - OSSERVAZIONI ED ESPERIMENTI.

CAPITOLO I.

Generalità sulla distribuzione delle antocianine nei differenti vegetali e nelle varie parti della pianta.

Nella grande maggioranza delle piante inferiori, non esiste, (come s'è detto nella II Parte), antocianina; tutt'al più in qualche alga venne rinvenuta la presenza di una sostanza colorante che per le reazioni chimiche cui dà luogo e per altre cause potrebbe con una certa probabilità trovar posto nella categoria dei pigmenti affini all'antocianina.

Sotto questo punto di vista le ricerche che noi abbiamo instituite sui Muschi, [1] sulle Selaginelle e su altre Crittogame affini, valendoci di taluni reattivi meglio adatti, come vedremo in seguito, a rivelarci il pigmento che forma oggetto dei presenti studi, non costituiscono che una conferma di quanto già ebbero a segnalare i nostri predecessori, non essendo noi mai riusciti a rintracciare, sia nel contenuto cellulare che nella parete, alcuna traccia di antocianina. [2] Solo risalendo al gruppo delle Felci si è potuto constatare, in modo non dubbio, la comparsa di questo pigmento nelle cellule delle giovani fronde, ma limitatamente a qualche specie *(Blechnum, Adianthum).* [3]

---

[1] Ai Prof. Göbel e Massalongo, che, dietro nostra richiesta, si compiacquero di inviarci non pochi esemplari di queste piante, esterniamo le più sincere azioni di grazia.

[2] Malgrado la differente costituzione chimica, i pigmenti di molte crittogame inferiori hanno una stretta affinità funzionale colle antocianine, poichè dalle osservazioni del Massalongo, del Ionsson (*Bot. Notizer*, 1894) e del Bergreen (*Hadling. Akad.* 1874) parrebbe oramai accertato che la colorazione rossa di taluni rizoidi di Fossombronia e delle foglioline di altri Muschi si accentui specialmente negli individui che vegetano nei siti soleggiati.

[3] In un lavoro del Molisch (*Ueb. d. Vorubergehende Rothfärbung d. Clorophyllkörner. Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.* 1902), venuto alla luce dopo che le presenti ricerche erano già in corso di stampa, si fa parimenti cenno delle sostanze coloranti della Selaginella, le quali sarebbero dovute a sostanze differenti dall'antocianina, di guisa che le nostre osservazioni trovano quivi conferma.

Anche nelle Gimnosperme, che tanta affinità hanno colle Felci, manca il pigmento, malgrado che tali piante presentino delle parti assai spesso vivamente colorate in rosso (per es. la cupula arilloide di *Taxus*), mentre all'opposto nel grande aggruppamento delle Fanerogame Angiosperme l'antocianina è ampiamente diffusa. [1]

Noi non possiamo, per ora, stabilire quali siano le cause che determinano un così diverso comportamento dei vari gruppi vegetali rispetto ad una sostanza che compie un ufficio tutt'altro che secondario nella biologia delle piante, solo possiamo avanzare delle ipotesi che potranno esser più o meno convalidate da ricerche future.

È probabile, secondo noi, che nello stesso modo che l'organismo vegetale va gradatamente perfezionandosi a partire dalle Crittogame, per risalire fino alle Fanerogame, così pure deve aver luogo una graduale evoluzione istologica (ci si permetta la parola), per cui solo gli elementi degli organismi più progrediti avrebbero il potere di formare l'antocianina, mentre le cellule degli esseri inferiori sarebbero capaci unicamente di elaborare dei pigmenti di varia natura, che solo pel comportamento rispetto ad alcune condizioni esterne (luce, umidità, ecc.), mostrerebbero una certa affinità fisiologica colle antocianine.

Una tale ipotesi, se vale a spiegarci il motivo per cui solo nelle Felci si riesce con sicurezza a stabilire i primi accenni delle antocianine, non ci illumina tuttavia sulle cause che provocano la mancanza di detto pigmento nelle Conifere.

Le condizioni per la sua formazione non mancano certamente nelle Gimnosperme, essendo queste piante ricche di amido che, come si sa, è una sostanza assai adatta alla genesi dell'antocianina; ed avendo inoltre la maggior parte di esse un fogliame sempre verde che può tollerare perciò i rigori dell'inverno, i quali, stando ai dati di Overton e di Sachs, favoriscono parimenti la produzione del pigmento.

E duopo pertanto ammettere che in tali piante le foglie rivestite di una cuticola assai ispessita, come si verifica nei vegetali a struttura xerofila, ed aventi gli stomi affondati e spesso anche otturati più o meno totalmente da depositi resinosi, [2] non permettano ai processi ossidanti, sia indiretti che diretti, dei quali, a quanto pare, dipende la formazione dell'antocianina, di esplicare liberamente e integralmente la loro attività.

---

[1] Secondo il Wulff., nel Carex salina delle regioni polari, le antocianine sarebbero sostituite da un pigmento analogo ai flobafeni e diffuso nelle membrane, il quale però avrebbe le stesse funzioni di quelle sostanze.

[2] V. Vilelm, *Ueb. eine Eingenthumlickeit d. Spaltöffnungen d. Coniferen*, in *Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.* 1883.

Nelle Fanerogame Angiosperme l' antocianina è così largamente rappresentata in tutte le famiglie, che difficilmente si riescirebbe a constatare una predilezione, per parte di questa sostanza, a fissarsi piuttosto sui rappresentanti delle Dicotiledonee anzichè su quelli delle Monocotiledonee.

Va notato però che tanto nell'uno che nell'altro di questi due grandi gruppi delle Angiosperme, le piante anemofile sono meno abbondantemente fornite di pigmento (Graminacee, Ciperacee, Amentacee, ecc.) per quanto neppure in queste possa dirsi che l'antocianina faccia assolutamente difetto.

Se noi prendiamo ora a considerare la questione concernente la distribuzione del pigmento, esaminando all'uopo, i differenti membri della pianta, vediamo che l'antocianina scarseggia o fa difetto nelle radici (fanno eccezione alcune radici che si trovano esposte ai raggi solari e quelle di talune piante acquatiche), comincia ad aumentare nel caule, in specie se giovane od erbaceo, nel quale invade di preferenza i nodi ed i cordoni di sostegno, si diffonde poi ampiamente nelle foglie ed in particolar modo in quelle giovani, oppure vecchie (colorazione autunnale), raggiungendo il massimo di sviluppo nel fogliame delle regioni tropicali ed artiche ed infine si esplica in tutta la sua pienezza negli organi fiorali.

Già in molte foglie (piante a fogliame ornamentale) la localizzazione dell' antocianina perde quell'impronta di monotona uniformità che presenta d'ordinario nella radice e nel caule, il che contribuisce a dare al fogliame quella varietà di tinte e di screziature che tutti conoscono e che rendono tanto ricercate alcune piante (*Coleus*, *Alternanthera*, ecc.), ma senza dubbio il maggior grado di perfezionamento e di variabilità nella distribuzione delle tinte l'osserviamo nei fiori, dove le strie, le macchie, le chiazzature e le colorazioni più o meno diffuse e di vario aspetto si alternano fra loro, per cui i fiori appaiono come le più belle produzioni del regno vegetale.

Le colorazioni fogliari costituiscono dei problemi ancor abbastanza oscuri della biologia vegetale, poichè a prescindere dai pochi casi in cui il pigmento, per la sua localizzazione nelle foglie prossime ai fiori può indubbiamente aver funzione vessillare (*Aroideae, Euphorbiaceae, Labiatae*, *Bromeliaceae*, ecc.), non si è potuto fino ad ora raccogliere un complesso di dati sicuri perchè si possa stabilire un rapporto un po' evidente tra le varie funzioni delle foglie e la presenza dell' antocianina, in specie quando questa è raccolta sotto forma di macchie o di strie.

Egli è per questo, forse, che la maggior parte degli autori ha cercato di sormontare le difficoltà attribuendo, senz' altro, ad ipotetici

fenomeni di mimicry [1] moltissime delle colorazioni che appaiono, sotto forma di strie o di macchie, tanto sulle foglie che nei cauli, allorchè le stesse non parevano adatte a servir di difesa ai cloroplasti o ad aumentare la temperatura dell' organo, o non potevano infine entrare nel quadro dei fenomeni vessillari, mentre a nostro parere solo da un attento studio di tutte le condizioni di esistenza della pianta (xerofilia, ombrofilia, ecc.) si può arrivare a portare un giudizio un po' attendibile sulla questione.

È nostra ferma convinzione che si sia fatto un grande abuso di una tale interpretazione, sia perchè non poche manifestazioni di Mimicry sono tutt' altro che chiare e scientificamente provate e sia ancora perchè le nostre ricerche ci hanno portato a ritenere che molte strie e macchie, il più delle volte localizzate attorno agli organi di traspirazione, sono piuttosto da considerarsi come accidentalità aventi una relazione più o meno intima coi fenomeni che regolano il movimento dell'acqua delle piante.

Per quanto concerne i fiori le moderne teorie biologiche hanno saputo porre in evidenza ed in modo veramente ineccepibile, l' importanza capitale che ha l' antocianina come mezzo di richiamo degli insetti e di altri animali a benefizio della staurogamia e precisare in pari tempo che il perfezionamento nell' evoluzione fiorale è collegata, entro certi limiti, al perfezionamento, diremo così, cromatico dello stesso.

Come già si è visto nella II Parte, noi siamo ben lontani dall'oppugnare una tale teoria la quale ci rende in certo qual modo ragione del motivo per cui nelle piante anemofile, meno evolute, manchi il pigmento agli involucri fiorali o il medesimo sia soltanto ridotto a tenue traccie, quasi per indicarci che dalle stesse ha cominciato a iniziarsi il perfezionamento degli apparati vessillari.

Ciò malgrado noi dobbiamo aver sempre presente alla mente che l'antocianina ha cominciato a manifestarsi in gruppi di piante che non portano fiori o non sono soggette alla staurogamia e quindi la funzione, se non principale, almeno primordiale dell' antocianina doveva e deve ancora esser ben diversa da quella unicamente vessillare, o per lo meno il pigmento può servire ad un tempo sia per la funzione vessillare e sia per qualche altro scopo, ma certamente non deve esser in relazione

[1] Intorno ai fenomeni di Mimicry hanno trattato i seguenti autori: — Köhne *Verh. d. Bot. Vereins d. Provinz v. Brandenburg*, Bd. 28. — Kerner v. Marilaun, *Pflanzenleben*, Bd. II, 184. — Schimper, *Pflanzengeographie*, 1878. — Diel, *Vegetationsbiol. v. Neu Seland*, 1897. — Lubbock, *Flowers, fruits and leaves*, 1886. — Kunze, *Schutzmittels d. Pflanzen*. 1877. — Backer, *Handbook of the Bromeliaceae*, 1889. — Wallace, D., *Tropenwelt*, 1879.

unicamente col bisogno che hanno talune piante di richiamare l'attenzione dei pronubi, come da taluni si tenderebbe oggigiorno ad ammettere.

E a questo proposito ci siamo infatti già altrove domandati quale rapporto possa avere colla staurogamia il cercine colorato che si osserva in corrispondenza della base dei *Cyclamen* e qual vantaggio possa offrire agli insetti per la ricerca più spedita del polline o del nettare, l'anello di antocianina che orna pure la faccia del fiore di taluni *Dianthus*, e le macchie rosse che si trovano nella faccia esterna dell'infiorescenza di *Bellis* nate sull'esordire della primavera e infine, per citare solo pochi esempi che però si potrebbero facilmente moltiplicare, quale attinenza potevano mai presentare colla staurogamia le macchie che si osservano sulla faccia esterna dei petali di *Cheiranthus*. Lo stesso potrebbe dirsi per le tinte rosse, bianche o bleu che ornano le brattee avvolgenti l'estremità del caule della Salvia Horminum, ma noi faremo tuttavia notare che queste appaiono allorchè i fiori della parte più bassa del caule stanno per sbocciare.

Noi non dobbiamo perdere di vista che, a prescindere dall'influenza esercitata sui fiori, durante una lunga serie di secoli, dagli animali, non si può far a meno di considerare il fiore come un organo sottoposto, al pari di tutti gli altri, all'influenza del mezzo in cui la pianta vive e quindi anche la colorazione non può emanciparsi dall'azione di questo fattore. In uno studio che uno di noi (Buscalioni) sta facendo col dott. Traverso G. B. sulle colorazioni fiorali in rapporto alle condizioni di esistenza della pianta si è potuto mettere in evidenza, almeno per la flora tedesca cui gli autori hanno, per ora, rivolto l'attenzione, che i fiori bianchi, cioè privi di antocianina, predominano specialmente nelle foreste, nelle acque e sui monti [1] il che si sottrae ad una spiegazione attendibile, qualora si voglia ammettere che le colorazioni fiorali sono unicamente in rapporto colla presenza degli animali pronubi. Si vedrà all'opposto in seguito, come tali fenomeni trovino la loro più semplice e più ovvia interpretazione quando si faccia intervenire in causa l'azione dell'umidità, dell'assimilazione, della radiazione ecc., e noi anzi, anticipando qualche nostra conclusione, aggiungeremo che l'albicazione, ad esempio, è una delle condizioni più favorevoli per la comparsa dell'antocianina, avendo noi potuto constatare che tanto nelle foglie, quanto nei fiori, antocianina ed albicazione sono frequentemente fra loro associate.

---

[1] Anche il Coupin avrebbe segnalati analoghi fatti per la flora francese, ma dal sunto che abbiamo avuto sott'occhi del lavoro, non pare che l'A. abbia rilevato quali sono le cause cui debbasi più particolarmente attribuire le variazioni di colore che si osservano a seconda del mezzo e delle condizioni in cui vive la pianta.

Sottoposti all'azione di molteplici cause esterne, i fiori reagiscono alle stesse come qualunque altro organo, di guisa che taluni cambiamenti di forma e di orientazione e molte torsioni o flessioni delle varie parti fiorali, vanno considerate come l'effetto di siffatte reazioni, indipendentemente, ben inteso, dalla funzione vessillare che loro incombe. I cambiamenti in questione sono assai spesso accompagnati da variazioni nella pressione osmotica, poichè il potere osmotico è un fattore che ha non poca importanza nell'attuazione di certe modificazioni morfologiche, anche quando queste riescono alfine durevolmente fissate per cause indipendenti dalla turgescenza. Ora se si esaminano le parti dei fiori nelle quali si notano delle brusche torsioni, o flessioni, si può constatare che assai spesso le stesse sono più vivamente colorate delle circostanti aree, oppure presentansi tinte dall'antocianina quando la rimanente porzione della corolla ne è priva. È logico, adunque, ritenere tutte quante le colorazioni locali dei fiori come esclusivamente collegate colla funzione vessillare? Per alcuni casi la risposta può essere affermativa, ma all'opposto per altri manca qualsiasi prova per accogliere una tale concezione, ed allora noi siamo forzati ad ammettere che la presenza dell'antocianina nelle parti fiorali sottoposte a torsioni, flessioni, ecc., sia in correlazione diretta colla pressione osmotica che ha determinato le variazioni morfologiche e forse le intrattiene. A questa categoria apparterrebbero probabilmente le macchie intensamente rosse che compaiono sulla metà morfologicamente superiore dell'ampia e sottile corolla di talune *Azalea* (vedi Tav. XII, fig. 4) e di non pochi *Rhododendron*, la quale solo può star distesa e presentarsi staticamente robusta, grazie alla turgescenza dei tessuti di cui consta, ed altrettanto può dirsi pel cercine rosso che orla la faccia della corolla di alcuni *Dianthus* e di molti *Cyclamen* coltivati, bruscamente flessa nella regione antocianica.

La presenza del pigmento antocianico nelle parti sottoposte a flessioni costituirebbe in certo qual modo un indicatore della turgescenza ivi dominante, e la sua comparsa può esser affatto indipendente dalla funzione vessillare; oppure giovare a questa, ma in via puramente secondaria, aumentando i contrasti di colorazione.

Noi non possiamo addentrarci maggiormente nella disamina di questa questione e perciò faremo punto, notando tuttavia che il nostro concetto apparirà ancor più evidente quando avremo passato in rassegna le principali condizioni sotto la cui influenza appare la antocianina, ed in particolar modo quando avremo studiati i rapporti che esistono fra la turgescenza delle cellule e la presenza del pigmento.

CAPITOLO II.

Distribuzione delle antocianine nei differenti tessuti delle foglie.

Uno studio anatomico un po' accurato sulla localizzazione delle antocianine venne fatto, per quanto ci consta, unicamente sui fiori, pei quali si è potuto dimostrare che l'antocianina si localizza nell'epidermide, fatta eccezione per pochi casi in cui è più o meno profondamente situata nel parenchima dei differenti fillomi fiorali.

Per quanto concerne gli altri membri ed organi della pianta, gli autori si sono limitati a segnalare la presenza del pigmento in questo o quel tessuto senza venire a conclusioni sintetiche e comparative e tanto meno si sono preoccupati di ricercare se l'antocianina contragga determinati rapporti con speciali tessuti, se la sua localizzazione non vada soggetta a variazioni, durante i vari periodi della vita delle piante, e se infine nei differenti membri di queste, il pigmento abbia sempre sede negli stessi tessuti. Per colmare una tale lacuna abbiamo iniziate una serie di ricerche intese a mettere in evidenza la distribuzione dell'antocianina nei lembi fogliari che arrossano all'autunno, in quelli che sbocciano antocianici ed infine in quelli che allo stato adulto sono più o meno forniti di pigmento. A questo studio è dedicato tutto quanto il presente capitolo, mentre un altro (Cap. III) comprenderà le osservazioni sulla distribuzione del pigmento negli organi sottili, nel fiore, nel frutto, nella radice, nel caule, nel picciuolo fogliare ed in altri organi appendicolari, cui terranno dietro alcune considerazioni generali sull'importante fenomeno della distribuzione del pigmento in rapporto colle condizioni di vita della pianta.

A) Localizzazione delle antocianine nel fogliame d'autunno.

L'antocianina ha, nelle foglie autunnali, una localizzazione abbastanza fissa, presupposto però che il lembo fogliare conservi la sua normale orientazione rispetto alla luce incidente; in caso contrario noi vediamo comparire il pigmento anche in tessuti che ne sono d'ordinario privi, come se ne ha un esempio nel *Liquidambar*, nella *Lagestrœmia indica* e in altre piante e come si può esperimentalmente dimostrare

tenendo forzatamente il lembo fogliare orientato in modo che la pagina inferiore sia rivolta in alto.

Fatta astrazione da questi casi, che non verranno qui presi in considerazione, noi incontriamo il pigmento raccolto nei seguenti tessuti:

a) Nel palizzata: — *Syringa vulgaris, Fraxinus, Diospyrus Ebenum, Stillingia sebifera, Rhus* (le cellule a palizzata son molto lunghe), *Hortensia* (il pigmento è assai pallido) *Homalanthus populifolius, Cercidophyllum, Spiraea filipendula* (non tutte le cellule contengono il pigmento) *Campanula* sp., *Rogiera* sp., *Azalea indica* (il color rosso diminuisce di intensità nel 2° strato del palizzata), *Cissus, Cornus florida, Liquidambar stiraciflua, Lagestrœmia indica* (in questa specie le cellule a palizzata circondano alcuni idioblasti mucilagginosi privi di pigmento).

b) Nel palizzata e nel tessuto lacunoso: — Nel *Lilium*, nell'*Echeveria grandiflora*, nel *Diospyrus Kaki*, nel *Viburnum Opulus*, nell'*Azalea pontica*, nel *Physalis*, nello *Schinus terebinthifolius.*

Nella *Saxifraga crassifolia* in cui occupa solo lo strato immediatamente sottoposto alle due epidermidi.

Nel *Trachelospermum Thumbergianum* in cui però è solo saltuariamente disseminato nello strato sottoposto all'epidermide inferiore, diffuso invece nel palizzata.

Nel *Peucedanum*, nella *Spiraea opulifolia*, nella *Vitis.*

Nel *Vaccinium Myrtillus* dove occupa il palizzata e lo strato immediatamente sottoposto all'epidermide inferiore.

Nel *Laurus Sassafras*, ove il pigmento risparmia gli idioblasti mucilagginosi, e nel lacunoso è localizzato nello strato posto immediatamente al di sotto dell'epidermide inferiore, senza tuttavia impregnare tutte quante le cellule.

Nella *Paeonia* in cui occupa il palizzata e le cellule sottostanti agli stomi della pagina inferiore.

Nell'*Eucalyptus* dove impregna solo determinati gruppi di cellule nel lacunoso, mentre è diffuso nel palizzata.

c) Attorno ai fasci vascolari e nelle due epidermidi, sebbene non tutte le cellule contengano il pigmento: — *Portulaca grandiflora.*

d) Nell'epidermide inferiore, nel palizzata e lungo i fasci vascolari: — *Salvia.*

e) Nell'epidermide superiore, nel palizzata e nel lacunoso: — *Rubus laciniatus.*

f) Nel lacunoso e talora anche nel palizzata: — *Pyrus Malus, Cerasus, Fuchsia.* Queste piante accartocciano spesso i bordi fo-

gliari per cui la pagina inferiore viene direttamente illuminata dai raggi solari.

g) ***Nell' epidermide superiore e nel palizzata. In quest' ultimo tessuto il pigmento occupa soltanto alcuni gruppi di cellule:*** — *Aster*, *Cuphea*, *Pelargonium*.

Questi sono i principali tipi di che si osservano nella distribuzione del pigmento all' autunno; lo schema non ha tuttavia che un valore relativo, potendo benissimo verificarsi delle variazioni più o meno sensibili nella distribuzione del pigmento in una data specie di pianta a seconda delle speciali condizioni biologiche cui questa è sottoposta ed in special modo dal grado di insolazione che essa può usufruire. Un' intensa insolazione accentua la formazione del pigmento, mentre all' opposto una diminuzione nell' illuminazione produce il fenomeno inverso; infatti le foglie di *Viburnum, Cornus florida* e *Cissus* quando vengono ombreggiate dalle circostanti fronde non arrossano più o diventano antocianiche solo nei tratti colpiti dai raggi solari.

Interessante è il fatto che in alcune piante alla comparsa delle colorazione rossa tiene dietro un movimento di flessione del lembo fogliare grazie al quale questo si rivolge forzatamente all' ingiù. Il movimento è talora così accentuato che l' apice della foglia si rivolge verso il ramo su cui la foglia è inserita. Il movimento ha sede nel peduncolo fogliare. Tale disposizione venne da noi osservata nel *Cercidophyllum*, nel *Diospyrus Kaki* ed in alcune altre piante. Nel *Diospyrus Kaki* le foglie arrossate si addossano le une contro le altre formando dei ciuffi arruffati che spiccano in mezzo alle foglie verdi ancor distese quasi ad angolo retto sul ramo e fra loro distanziate. Ancora molto oscuri sono i momenti biologici che inducono una tale orientazione nelle foglie vecchie, la quale del resto si osserva pure in talune piante che non arrossano all' autunno (*Azalea, Quercus*, ecc.). È probabile che in molti casi l'ombrofobia o la necessità di mettere in mostra l' infiorescenza siano fattori principali che determinano la flessione del lembo. [1]

---

[1] Il presente lavoro era già consegnato alle stampe quando venne alla luce la nota del Möbius (*Ueb. d. Welkens d. Blätter b. Celastrum bicolor u. Tropaeolum majus. Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.*, 1903) in cui si descrive il fenomeno dell' incurvatura. verso il basso, del picciuolo fogliare dei Tropeoli e Caladii in via di essiccamento, L'autore ritiene che tale movimento abbia lo scopo di permettere alla luce di arrivare sulle foglie giovani, il che però, per le piante da noi studiate sembra poco probabile.

B) Localizzazione delle antocianine nelle foglie giovani.

Ora che abbiamo studiate le foglie vecchie riescirà assai interessante stabilire un confronto con quanto avviene in quelle giovani, poichè in queste l'antocianina si presenta distribuita in modo affatto caratteristico per ogni singola specie.

Non si può tuttavia affermare che vi abbia una costanza assoluta nella distribuzione, inquantochè in una stessa pianta, a seconda delle condizioni esterne, possono mostrarsi delle lievi variazioni di localizzazione, le quali però sono meno accentuate di quelle che hanno luogo nel fogliame autunnale.

Noi abbiamo creduto opportuno di distinguere i seguenti tipi:

a) Le antocianine sono localizzate nei peli della pagina superiore ed inferiore: — *Cineraria* (talune varietà).

Acalypha hispida. Le foglie giovani sono pelose e i peli di due sorta: gli uni lunghi ed a pareti ispessite, gli altri invece brevi e capitati. Solo questi ultimi contengono antocianina che si localizza nell'estremità pluricellulare del pelo.

Eranthemum sanguineum. Per quanto concerne la distribuzione dell'antocianina si comporta in modo affatto opposto dell'*Acalypha hispida.*

Begonia foliosa. L'antocianina è presente nei peli delle dentature.

b) Le antocianine sono localizzate nei peli e nelle due epidermidi: — *Clerodendron speciosum* (nei peli septati).

Achaea eucalyptoides. Nei peli a navicola e nell'epidermide, ma per lo più limitatamente alla regione soprastante i fasci vascolari.

Ballota nigra. Nei peli capitati e nell'epidermide, in specie la dove vi è attiva formazione di stomi. Il pigmento si accumula spesso sotto forma di vescichette più o meno numerose nelle varie cellule. I peli glandulari sono privi di pigmento.

c) Le antocianine trovansi nei peli e nello strato in cui decorrono i fasci vascolari: — *Theobroma Cacao.* L'antocianina forma una guaina rossa attorno ai fasci vascolari, ma spesso il pigmento manca sui lati del fascio. In corrispondenza del legno, il colore è assai vivo. Ricchi di antocianina si presentano unicamente i peli capitati che rivestono il margine dalla foglia.

Ficus macrophylla. Si trova nei peli capitati e attorno ai fasci vascolari.

Tilachina. Si incontra il pigmento nei peli capitati dei bordi fogliari e attorno ai fasci vascolari, dove però spesso manca.

d) Le antocianine sono localizzate nelle due epidermidi della foglia: — *Silphium terebinthinaceum.* Specialmente ricca di pigmento è l'epidermide superiore.

Bignonia Lindleyana. Nell'epidermide inferiore appare solo in corrispondenza delle grandi nervature.

Rumex acutus. È assai vivamente colorato il pigmento attorno agli stomi e nell'epidermide della faccia superiore della foglia. Molte cellule discoste dagli stomi mancano tuttavia di antocianina.

Bryonopis, Köhlreutera paniculata.

Corylus. È vivamente colorato in rosso.

Nymphaea. Nelle foglie sommerse ed in via di sviluppo l'antocianina è diffusa in tutte le cellule dell'epidermide, ad eccezione di quelle che più tardi danno origine agli stomi.

e) Le antocianine sono localizzate nelle due epidermidi ed attorno ai fasci vascolari: — *Doodia aspera.* Il colore rosso è assai intenso lungo le nervature e in specie dal lato della pagina inferiore. Il pigmento occupa tutto quanto il parenchima centrale o mediano della foglia, mostrandosi però più abbondante in vicinanza dei fasci. Anche in corrispondenza degli apici fogliari, ancora in prefogliazione quasi circinnata, il colore è più vivo ed il pigmento più copioso.

Spiraea, Crataegus coccinea. Nello strato in cui decorrono i fasci vascolari il pigmento compare solo in vicinanza delle nervature maggiori e limitatamente alla regione sottoposta al libro.

Fothos. L'epidermide inferiore è vivamente colorata. In corrispondenza dei fasci vascolari l'antocianina appare soltanto al davanti del legno, al limite cioè fra il palizzata e lacunoso.

Pistacia Lentiscus. Oltre che nelle due epidermidi, troviamo dell'antocianina nello strato più profondo del lacunoso e del palizzata, limitatamente alle nervature.

Polygonum Sieboldi e *Rosa.* Nelle differenti foglie si osservano delle notevoli variazioni rispetto alla distribuzione.

f) Le antocianine sono localizzate nell'epidermide, nel palizzata e nel lacunoso: — *Berberis vulgaris.* Epidermide superiore, palizzata e strato sottoepidermico del lacunoso colorati dall'antocianina.

Angelica. L'antocianina è distribuita per lo più come nella *Berberis*, ma molte volte occupa i due strati immediatamente sottoposti all'epidermide inferiore, nei quali tessuti si mostra assai intensamente colorata. Il pigmento è pure abbondante sulle nervature onde queste appaiono vivamente arrossate.

Cobaea scandens. Oltre il palizzata anche lo strato sottostante alla epidermide inferiore è provvisto di antocianina, ma non tutte le cellule

sono colorate dal pigmento. Questo è pure sparso qua e là nel restante mesofillo e spesso accompagna i fasci vascolari lungo i quali tende a scomparire assai tardi.

Nelle foglie che stanno all'ombra solo i fasci maggiori presentano la guaina antocianica.

Per quanto concerne l'epidermide si osserva che il pigmento occupa soltanto alcune cellule del tessuto.

Coccoloba guatemalajensis. Le giovani foglie di questa bellissima poligonea compaiono all'autunno e spiccano ben tosto sia per la grandezza e sia pel colore rosso chiaro.

Le cellule epidermiche appiattite della pagina superiore, sono incolore, o contengono un pigmento pallidamente colorato, mentre all'opposto quelle della pagina inferiore ne sono assai ricche e lo stesso può dirsi dei peli che ricoprono la faccia inferiore del lembo.

Il palizzata, disposto in un solo piano, è parimenti antocianico. A questo fanno seguito due strati di cellule tondeggianti e verdi, poi un altro di cellule ricche di pigmento ed infine un piano di mesofillo, verde, addossato all'epidermide inferiore. (V. fig. 5, Tav. VII.)

g) Le antocianine sono localizzate nel palizzata: — *Ilex Paraguariensis.* Trovasi nei due strati del palizzata.

Acorus Calamus. L'antocianina è localizzata nel primo e talora anche nel secondo strato del palizzata, ma limitatamente alla base ed al margine della foglia.

Mahonia. Il colore del pigmento è assai pallido.

h) L'antocianina è localizzata nel palizzata e nel lacunoso: — *Coffea* e *Anthurium.* La colorazione è qua e là mancante, in specie nel lacunoso.

Hentochmanes pictoria. L'antocianina, che d'ordinario si presenta sotto forma di globetti più o meno numerosi nelle differenti cellule, occupa i due o tre strati del mesofillo più vicini alle due epidermidi.

Particolarmente ricco di pigmento si mostra il margine fogliare.

Lagestrœmia indica. L'antocianina si trova nei due strati immediatamente sottoposti alle due epidermidi.

Erythrina. Il pigmento si trova nello strato immediatamente sottoposto alle due epidermidi, od anche si localizza un po' più profondamente invadendo però soltanto alcuni elementi che si contraddistinguono in mezzo agli altri per maggiori dimensioni.

Beucarnea. Il pigmento si trova nel parenchima verde, ma difetta attorno ai fasci vascolari.

Rogeria elegans. L'antocianina occupa lo strato sottoposto sia alla epidermide superiore che inferiore, ma è maggiormente abbondante al di sotto di quest'ultima per cui la faccia inferiore appare più rossa.

Cassine maurocenia. In corrispondenza della faccia superiore il pigmento appare immediatamente al di sotto dell' epidermide, mentre dal lato inferiore invade il secondo od il terzo strato del lacunoso a partire dall'epidermide.

Galipaea sp. I due strati del parenchima verde sottoposti alle epidermidi contengono il pigmento, il quale però al davanti dei fasci vascolari manca o si trova in scarsa quantità.

i) Le antocianine sono localizzate nel palizzata, nel lacunoso e nei peli dell'epidermide inferiore: — *Ladembergia rosea.* Le cellule del parenchima verde, ad eccezione del primo strato di palizzata, sono antocianiche. Manca il pigmento nell'epidermide, mentre è presente nei peli della pagina inferiore. I piccoli fasci vasali sono avvolti da una guaina di cellule vivamente colorate in rosso; quelli di maggiori dimensioni presentansi invece circondati dal pigmento soltanto dal lato del libro.

j) Le antocianine sono localizzate nel palizzata e attorno ai fasci vascolari: — *Acalypha macrophylla.* La guaina antocianica perivascolare è più o meno completa a seconda delle nervature.

k) Le antocianine sono localizzate nella guaina dei fasci vascolari: — *Smilax officinalis.* L'antocianina appare nel terzo strato del parenchima a partire dalle epidermidi. Di tratto in tratto si incontrano alcune cellule verdi, prive del tutto di pigmento, le quali sono particolarmente abbondanti sulla faccia del fascio che guarda verso la pagina superiore del lembo.

Cephaelis, sp., Arbutus Unedo. Il pigmento è localizzato alla periferia del libro.

Ficus nobilis. Attornia il fascio vascolare, ma limitatamente alla porzione legnosa dello stesso.

Echites Meyeriana. Il pigmento è localizzato al davanti della porzione legnosa dei fasci, ma in qualche sito appare pure attorno al libro.

Pellionia Daveana. Nelle foglie giovani si incontra al di sotto dell'epidermide superiore, formata di cellule papillari, due strati di grosse cellule acquifere. A queste tiene dietro il palizzata che è a sua volta sovrapposto ad un piano di piccole cellule rotonde.

L'antocianina comincia ad apparire al di dietro di queste ultime, ma solo nel piano in cui decorrono i vasi, i quali stanno perciò immersi in una guaina di cellule rosse.

Oltrepassato lo strato vasale compare di nuovo lo strato acquifero ed infine l'epidermide inferiore. Le camere d'aria sottoposte agli stomi arrivano fino allo strato antocianico.

Nelle foglie ancor più giovani il pigmento, pur occupando la zona testè descritta, appare meno manifesto essendo minore il numero delle cellule antocianiche.

Blechnum occidentale. L'antocianina occupa nelle giovani foglie quasi tutto il mesofillo ma è specialmente abbondante al di sopra dei fasci vascolari. Progredendo l'evoluzione della fronda il pigmento scompare dalle cellule più discoste dai fasci, per cui, a sviluppo inoltrato del lembo, forma solo più una guaina attorno ai vasi.

l) Le antocianine sono localizzate nel tessuto lacunoso: — *Lonicera Periclymenum.* Occupano soltanto lo strato sottoposto all'epidermide inferiore.

Centrosolenia bullata. Uno o più strati sottoposti all'epidermide inferiore sono antocianici, ma il pigmento non forma uno strato continuo. L'epidermide appare formata di cellule assai robuste al di sopra degli elementi antocianici.

m) Le antocianine sono localizzate nel tessuto lacunoso e nell'epidermide inferiore: — *Medinilla magnifica.* L'epidermide inferiore poggia su più strati di cellule acquifere. A queste seguono due o più piani di cellule verdi. Tutta quanta la rimanente porzione del lembo fogliare (2 o 3 strati) è ricca di pigmento.

Saxifraga crassifolia. Per quanto concerne il lacunoso l'antocianina trovasi localizzata nello strato immediatamente sottoposto all'epidermide inferiore. Però qua e colà qualche cellula degli strati più interni del lacunoso è pure antocianica. In corrispondenza dei peli capitati si nota una diminuzione del pigmento.

Euphorbia biglandulosa. Trovasi localizzata in qualche cellula dell'epidermide e del sottostante tessuto lacunoso delle giovani squame.

Geum urbanum. Nell'epidermide della pagina inferiore e sparsa irregolarmente nel tessuto lacunoso.

Cyclamen. Nel lacunoso occupa tutte quante le cellule arrivando fino a contatto dei vasi. Non è però molto abbondante.

n) Le antocianine sono localizzate nell' epidermide inferiore e attorno ai fasci vasali: — *Paeonia.* In qualche caso si ha pure qualche traccia di pigmento in alcune cellule del lacunoso più o meno discoste dai fasci.

Cyanophyllum speciosum. Attorno ai fasci il pigmento trovasi soltanto presente al davanti del legno e non in tutte le cellule.

Spiraea. Il pigmento è disseminato in modo assai irregolare nell'epidermide inferiore e attorno ai vasi, di guisa che all'esame macroscopico la foglia appare cosparsa di macchie e di striature rosse.

Centradenia floribunda. Al di sotto dell'epidermide superiore si incontra un unico strato di palizzata cui sussegnono tre o quattro piani di cellule arrotondate, le più profonde delle quali contengono delle masse od anche dei granuli, oscuramente cristalliformi, di antocianina. Infine si incontra l'epidermide inferiore che al pari della superiore è lievemente pelosa.

o) Le antocianine si trovano nell'epidermide inferiore: — *Cypripedilum venustum.* Gli stomi per lo più abbondano nelle aree ricche di antocianina, ma non si può dire tuttavia che si abbia un diretto rapporto tra le localizzazioni del pigmento e la presenza di stomi.

p) Le antocianine sono localizzate nelle due epidermidi e nello strato immediatamente alle stesse sottoposte: [1] — *Ceratonia Siliqua.*

q) Le antocianine sono localizzate nei peli e nell'epidermide della faccia superiore: — *Laminum purpureum.* Solo la base dei peli si presenta antocianica.

r) Le antocianine sono localizzate nelle due epidermidi e nel palizzata: — *Citrus.* L'epidermide inferiore appare arrossata solo in corrispondenza dei fasci vascolari.

C) Localizzazione delle antocianine nelle foglie adulte.

Moltissime piante hanno le foglie adulte colorate più o meno intensamente dalle antocianine, ma queste trovansi localizzate nei bordi della lamina, ed in specie sulle dentature (*Arbutus*, *Bryophyllum calycinum*, *Begonia*, *Clusia*, *Hura*, ecc.) dove, come è noto esistono gli stomi acquiferi e gli apparati (epitemi) destinati alla secrezione dell'acqua e dove, secondo l'Hintz, decorrono assai spesso i vasi marginali e taluni tessuti meccanici i quali funzionano ad un tempo come serbatoi di acqua e come mezzi di sostegno (V. Hintz, Ueb. d. Mechanischen Bau d. Blattrandes mit Beruchsichtigung einiger Ampassungserscheinungen z. Verminderung d. localen Verdunstung. Nova Acta d. K. Leop. Carol. Deutsche Akad. d. Naturf. Halle 1889, Bd. 54). Sotto questo punto di vista presenta un qualche interesse l'Agave, le cui foglie hanno una zona antocianica in vicinanza del bordo, la quale serve in certo qual modo a separare la porzione verde del lembo dalla regione marginale bruna per speciali pigmenti. L'antocianina è qui localizzata nello strato ipodermico inferiore.

---

[1] Questa disposizione è molto simile a quella descritta sotto la lettera *f*.

In non poche piante è facile rinvenire l'epidermide della faccia inferiore del lembo impregnata più o meno di antocianina (*Geranium*) ed il fenomeno appare particolarmente manifesto nelle piante dei siti aridi e soleggiati che portano delle rosette fogliari appressate al terreno (*Verbascum*, *Primula*, *Hieracium*, *Pentastemom*, ecc.).

Numerosi poi sono i casi in cui attorno alle nervature maggiori della foglia, o per lo meno sopra la nervatura mediana appare una venatura rossa, che per lo più si mostra dal lato superiore della foglia (*Lagestrœmia*, *Secale*, *Geranium*, *Fittonia*, *Gesneriaceae*, *Clerodendron*, ecc.).

Infine nelle foglie ridotte allo stato di squame o di brattee, molto spesso compare il pigmento che per lo più si localizza nell'epidermide più esposta alla luce (*Cineraria*, *Viburnum*, *Clematis*), o nell'epidermide e nei tessuti sottostanti più superficiali (*Aesculus*, *Plantago*, *Cydonia*), o nel solo parenchima verde (*Glycine*, *Diclytra*, *Baptista*, *Helleborus*, ecc.).

Ma tutti questi casi non hanno una grande importanza, sia perchè la presenza dell'antocianina costituisce un fenomeno accidentale che molto spesso non si verifica, e sia ancora perchè il pigmento può variare facilmente di sede e non acquista mai uno sviluppo tale da dare alla foglia quelle speciali colorazioni che rendono tanto apprezzate le piante a fogliame ornamentale.

Noi abbiamo pertanto fissato la nostra attenzione sulle piante appartenenti quasi esclusivamente a quest'ultima categoria, perchè ivi il pigmento ha una maggior fissità ed è esuberantemente sviluppato, e solo per ragioni di opportunità abbiamo introdotto alcuni esempi ricavati da quelle piante che, senza appartenere alla categoria delle ornamentali, hanno tuttavia la tendenza a colorare vivamente le foglie coll'antocianina.

Dallo studio di oltre 60 specie differenti noi abbiamo potuto distinguere i seguenti tipi principali di distribuzione del pigmento, dei quali è d'uopo dare qui in succinto una descrizione anatomica.

1.° Le antocianine sono localizzate nell' epidermide inferiore: — *Stromanthes sanguinea.* Al di sotto dell'epidermide superiore si incontra uno strato acquifero sviluppatissimo, cui segue il palizzata e il lacunoso entrambi assai ridotti, ed infine compare di nuovo, al di sotto dell'epidermide inferiore, uno strato acquifero a cellule meno sviluppate in confronto di quelle che costituiscono lo strato omologo della pagina superiore. (V. fig. 2, Tav. VII.)

Tradescantia sp. Vi ha uno strato acquifero formato dalle due epidermidi le cui cellule sono grandemente sviluppate. Manca un vero e proprio palizzata ed il tessuto verde è ridotto ad una sottile lamina decorrente nella parte centrale della foglia.

Cypripedium venustum. Anche in questa specie le cellule epidermiche della pagina superiore sono grandi, per cui l'epidermide costituisce

un vero organo acquifero. Il mesofillo è disposto in parecchi piani, ma le cellule di cui consta sono pressochè tutte quante fra loro uguali. L' epidermide inferiore è formata da cellule meno sviluppate in confronto della superiore.

Marantha zebrina. Epidermide superiore a cellule papilliformi, cui segue un robusto strato acquifero. Palizzata e lacunoso ridotto. Epidermide inferiore costituita presso che sullo stampo di quella superiore, ma fornita di cellule alquanto meno sviluppate ed appiattite.

Marantha setosa. La struttura è analoga a quella della foglia di *Stromanthes sanguinea.*

Achmea discolor. Il palizzata ed il lacunoso sono ridotti, ma manca un vero e proprio strato acquifero. L' epidermide superiore ha però cellule assai più grandi di quelle dell' inferiore antocianica.

In talune specie di questo genere si è notato che l'antocianina esiste anche alla base dei peli a rosetta, assai radi, di cui sono rivestite le foglie.

Dioscorea versicolor. Manca anche qui uno speciale strato aquifero. Il lacunoso e il palizzata sono sviluppati. L'epidermide superiore ha cellule munite di papille. L'antocianina è vivamente colorata e talora accompagna anche le nervature maggiori.

Oltre a questi esempi, si potrebbero ancora ricordare le piante acquatiche o viventi in siti paludosi (*Hydrocharis*, *Nymphaea*, ecc.) perchè molte di esse hanno l'epidermide inferiore che sta a contatto del liquido impregnato di pigmento antocianico. Talora però questo, anzichè occupare l'epidermide inferiore, si fissa nello strato sottostante.

2.° *Le antocianine sono localizzate nelle due epidermidi:* — *Hibiscus Cooperi.* Le foglie sono cosparse di macchie bianche, rosee e verdi perchè le differenti regioni del lembo si presentano albicate, od antocianiche, o normalmente costituite. Le parti antocianiche sono però anche spesso albicate, mancando ivi la clorofilla. Nelle regioni bianche od arrossate le cellule del parenchima sono tutte quante conformate pressochè sullo stesso stampo, mentre all' opposto nelle parti verdi presentasi differenziato il tessuto lacunoso ed il palizzata.

Le antocianine mancano per lo più al di sopra delle parti verdi.

Canna indica. Vi ha uno strato di tessuto acquifero al di sotto delle due epidermidi, le cui cellule sono più grandi in corrispondenza della faccia superiore della foglia. Nulla di notevole per quanto concerne il parenchima verde. (V. fig. 1.ª Tav. VII.)

Marantha leuconeura. Le cellule epidermiche, ed in ispecie quelle che tappezzano la faccia superiore della foglia, sono assai grandi. Al di sotto delle due epidermidi vi ha un robusto strato acquifero che riveste il palizzata ed il lacunoso assai ridotti.

Eranthemum versicolor. Epidermide superiore ed inferiore a cellule appiattite. Ipoderma acquifero costituito da elementi allungati nel senso tangenziale. Il palizzata ha struttura normale, mentre il tessuto lacunoso è trasformato qua e là in parenchima acquifero. Questo cambiamento di struttura si accompagna con una notevole riduzione od anco colla scomparsa dei cloroplasti che è particolarmente accentuata nelle cellule sottoposte all'epidermide inferiore.

Oxalis sp. Le due epidermidi sono costituite da cellule ampie leggermente piano-convesse. Il parenchima ha struttura normale. L'antocianina non è presente in tutte le cellule.

Croton sp. Nulla di notevole per ciò che concerne la struttura; solo si nota una più viva colorazione rossa dal lato inferiore della foglia.

Artocarpus Canoni. Struttura ordinaria, e quindi mancanza di uno speciale organo acquifero.

3.° Le antocianine sono localizzate nell'epidermide e nei peli della faccia inferiore della foglia: — *Cirthanthera superba* e *Mikania speciosa*. Entrambe queste piante non presentano alcuna particolarità di struttura degna di menzione.

4.° Le antocianine sono localizzate nei peli delle due epidermidi: — *Columnea, Gynura aurantiaca, Hebeclinium Janthinum*. La struttura di queste foglie non s'allontana da quella ordinaria e più comune. I peli sono articolati, ma nell'*Hebeclinium* vi ha anche un'altra sorta di tricomi e questi sono ghiandolari, capitati ed incolori.

Il pigmento per lo più si localizza all'apice dei peli, o per lo meno assume ivi una più intensa colorazione (*Columnea*).

5.° Le antocianine sono localizzate nell'epidermide inferiore e nel lacunoso: — *Cissus discolor, Cyanophyllum magnificum, Cyclamen*. La struttura di queste foglie non presenta alcun fatto interessante. Solo è d'uopo notare che nel *Cyanophyllum* non tutte le cellule del lacunoso contengono il pigmento, e nel *Cyclamen* anche molte cellule epidermiche si mostrano incolore.

6.° Le antocianine sono localizzate nell' epidermide inferiore e nel tessuto aquifero della faccia inferiore: — *Centradenia floribunda*. All'epidermide superiore, formata da grandi cellule rettangolari, fa seguito un palizzata ed un tessuto lacunoso entrambi ridotti assai nello spessore, di guisa che rappresentano come una sottile lamina verde. Al di sotto del parenchima verde compare di nuovo lo strato acquifero antocianico rappresentato da due o più strati di cellule grandi, il quale a sua volta è rivestito dall'epidermide inferiore le cui cellule hanno forma tabulare.

Tradescantia discolor. L'epidermide, sia della faccia superiore che dell'inferiore, è formata da grossi elementi. Il tessuto acquoso, costituito da due o più piani di cellule abbastanza grandi, forma uno strato continuo al di sotto delle due epidermidi che racchiude nel mezzo il palizzata ed il lacunoso entrambi abbastanza sviluppati. I fasci vasali sono totalmente compresi nel tessuto verde.

Begonia speciosa. Al di sotto dell'epidermide, formata da elementi tabulari, incontrasi un'ipoderma disposto in un unico strato e rappresentato da grosse cellule rettangolari. Il parenchima verde è assai ridotto e non è sufficentemente differenziato in lacunoso e palizzata.

Sull'epidermide si incontrano delle emergenze alla base delle quali appare in copia l'antocianina.

7.° Le antocianine sono localizzate nelle due epidermidi e nei peli: — *Coleus*. I peli sono articolati. La struttura delle foglie non si discosta dal tipo più comune, e fa difetto perciò il tessuto aquifero.

8.° Le antocianine sono localizzate nell' epidermide inferiore, nel lacunoso e nel palizzata: — *Iresine*, *Alternanthera*, *Acalypha macrophylla*. La struttura è abbastanza semplice, per cui non merita di essere descritta. Tutt'al più si può notare che nel parenchima verde si incontrano delle grosse druse e che non tutte le cellule del diachima sono antocianiche.

9.° Le antocianine sono localizzate nelle due epidermidi e nel parenchima verde: — *Prunus Pissardi, Acalypha obovata*, *Amaranthus Blitum* ed *Amaranthus tricolor*. La struttura di queste foglie non presenta particolarità degne di nota. Segnaleremo soltanto che non tutte le cellule del parenchima verde contengono il pigmento e che i fasci vascolari sono spesso avvolti da una guaina di cellule intensamente colorate (*Amaranthus*). Anche più colorate appaiono le cellule in vicinanza della faccia superiore del lembo.

10.° Le antocianine sono localizzate nell' epidermide inferiore, nel tessuto acquifero della pagina inferiore e nel lacunoso: — *Begonia imperialis*. L'epidermide superiore consta di grosse cellule che in talune varietà di questa specie sono antocianiche. Il palizzata è formato da elementi piuttosto grandi e riccamente forniti di cloroplasti. All'opposto il lacunoso si mostra povero di clorofilla, in specie in vicinanza dell' epidermide inferiore dove mostra i caratteri di un vero tessuto acquifero colorato in rosso dalle antocianine.

I peli dell' epidermide inferiore contengono anche il pigmento che impregna le cellule epidermiche stesse. Quando l' antocianina è molto abbondante anche il palizzata si mostra leggermente tinto in rosso.

I fasci vascolari decorrono al limite fra il tessuto acquifero ed il lacunoso ancora verde.

Centrosolenia bullata. La foglia consta dei seguenti strati cellulari a partire dalla faccia superiore:

Epidermide superiore a grandi cellule tabulari. — Strato acquifero superiore formato da grossi elementi. — Palizzata ridotto. — Lacunoso poco sviluppato. — Tessuto acquifero inferiore rappresentato da due o tre strati di grosse cellule. — Epidermide inferiore i cui elementi sono più sviluppati di quelli della superiore.

11.° Le antocianine sono localizzate nel palizzata: — *Erithronium dens canis*, *Pelargonium zonale.* Queste piante non presentano alcunchè di notevole nella struttura. La foglia del *Pelargonium* è però rivestita di peli.

12.° L' antocianina è localizzata nel tessuto acquifero sottostante alle due epidermidi: — *Caladium.* Le foglie sono parzialmente albicate e l'antocianina impregna prevalentemente le parti prive di clorofilla. Il palizzata è poco sviluppato.

Dracaena sanguinea. Il pigmento occupa uno o due piani di cellule sottoposte alle due epidermidi. Il parenchima verde non mostra differenze di sorta nella forma delle cellule sebbene sia piuttosto sviluppato.

Nidularium spectabilis. L' epidermide superiore ed inferiore sono costituite da piccole cellule schiacciate, al di sotto delle quali vi ha un ipoderma, i cui elementi presentano una parete piuttosto ispessita dal lato che confina coll'epidermide.

Il parenchima verde è assai robusto ma manca una differenziazione che accenni alla presenza del palizzata e del lacunoso.

Al di sotto del parenchima verde si incontrano più strati di grosse cellule acquifere rettangolari.

Pholidophyllum zonatum. La struttura è analoga a quella della *Nidularium*, fatta però astrazione della presenza dei numerosi peli stellati che ricoprono la pagina superiore della foglia.

13.° Le antocianine sono raccolte nelle due epidermidi, nel tessuto acquifero della faccia inferiore e nel lacunoso.

L'epidermide superiore è tabulare e talora contiene pure dell'antocianina. Il palizzata ed il lacunoso sono sviluppati, ma alcuni piani di quest'ultimo assumono i caratteri di un tessuto acquifero diventando poveri di clorofilla. Il fascio vascolare è avvolto da una guaina antocianica.

14.° Le antocianine sono localizzate nel lacunoso: — *Centradenia fulgens.* L'epidermide superiore ed inferiore sono formate da grandi elementi rettangolari, ed oltre a ciò l'inferiore porta dei peli. Il parenchima verde non mostrasi differenziato in palizzata e lacunoso, ma è tutto quanto formato da cellule rotonde, nelle quali, in vicinanza dell'epidermide inferiore, compare l' antocianina.

Pellionia Daveana. L'epidermide superiore ed inferiore constano di cellule grandi e rettangolari. Al di sotto dell'epidermide vi ha uno strato acquifero ben differenziato però solo in corrispondenza della pagina inferiore dove si presenta disposto in due piani. (V. fig. 4, Tav. VII.)

Il palizzata ed il lacunoso sono ridottissimi. Nel lacunoso il pigmento antocianico si localizza di preferenza nello strato di cellule confinanti col palizzata, e sui fasci vascolari forma una guaina rossa al davanti del legno. La foglia è albicata nella zona mediana dove per lo più manca il pigmento.

Gli stomi sono sovrapposti ad una grande camera d'aria che si avanza nel tessuto lacunoso fino a raggiungere lo strato antocianico.

Arthanthe magnifica. L'epidermide superiore ed inferiore sono costituite da elementi papilliformi. Il palizzata consta di cellule obliquamente orientate rispetto alla sezione trasversale delle foglie.

Il tessuto lacunoso diventa tanto più ricco di antocianina quanto più i suoi elementi si avvicinano all'epidermide inferiore.

Higginsia. Le foglie sono parzialmente albicate. L'antocianina è presente nel lacunoso, ma non tutte le cellule ne contengono. In generale si osserva che nelle parti più verdi è più abbondante il pigmento.

15.° Le antocianine sono localizzate nei peli, nell'epidermide della faccia inferiore e nel tessuto lacunoso: — *Naegelia hybrida, Gesneria fulgens*. L'epidermide inferiore e superiore constano di grandi cellule acquifere. I peli di entrambe le faccie sono articolati e l'antocianina si raccoglie di preferenza nell'articolo terminale dell'organo. I fasci vascolari stanno immersi in una guaina di cellule antocianiche. Il tessuto lacunoso parimenti antocianico nulla presenta di notevole nella struttura.

16.° Le antocianine sono localizzate nel tessuto lacunoso e nel tessuto acquifero sottoposto all'epidermide inferiore: — *Goodiera repens*. Nelle foglie di questa pianta si incontra un'epidermide, superiore a cellule munite di papilla, un palizzata normalmente evoluto un tessuto lacunoso disposto in due o più piani, il quale però in vicinanza dell'epidermide inferiore si trasforma gradatamente in tessuto acquifero, ed infine il tessuto acquifero e l'epidermide inferiore a cellule rettangolari. (V. fig. 3, Tav. VII.)

Il lacunoso ed il tessuto acquifero, che è formato per lo meno da 6 o 7 piani di cellule, sono ricchi di pigmento, e questo diventa molto abbondante in vicinanza dell'epidermide inferiore. I fasci vascolari stanno immersi nelle cellule ricche di pigmento.

Piper porphyrophyllum. L'epidermide superiore è costituita da cellule coniche, l'inferiore da grandi elementi tabulari.

Il tessuto acquifero consta di uno o due piani di cellule.

Il tessuto lacunoso ed il palizzata sono poco sviluppati. Nel punto in cui il primo confina coll' acquifero, si incontra una zona di piccole cellule fortemente antocianiche.

La foglia porta nella pagina inferiore dei rari peli articolati.

17.° Le antocianine sono localizzate nell' epidermide superiore, nel palizzata e nel lacunoso: — *Euphorbia sanguinea.* Non tutte le cellule dei tre tessuti contengono antocianine. La struttura delle foglie non presenta particolarità degne di nota.

Ora che abbiamo per sommi capi passato in rassegna la localizzazione delle antocianine nelle foglie autunnali, in quelle giovani e nelle adulte, mettendo in rapporto la distribuzione del pigmento colla costituzione anatomica dell' organo, riporteremo qui, in quadri riassuntivi i principali tipi di distribuzione del pigmento affinchè il lettore possa, dalla loro comparazione, con facilità rilevare quanto differente sia la localizzazione dell' antocianina nelle foglie invecchiate ed in quelle giovani od adulte, il che varrà a provare come le condizioni biologiche che determinano la comparsa della stessa piuttosto in un tessuto che nell'altro siano di diversa natura nei tre tipi di foglie.

In ogni tabella i vari tessuti di cui consta il lembo fogliare sono indicati in capo delle singole colonne e disposti nell'ordine in cui si incontrano normalmente a partire dalla faccia superiore della foglia. Le croci sottoposte ad ogni singolo tessuto indicano che il medesimo contiene antocianina.

TABELLA I.

Foglie autunnali.

Numero d' ordine	NOME DELLE PIANTE	Peli	Epidermide superiore	Tessuto acquifero	1.° Strato del palizzata	Strato profondo del palizzata	Guaina del fascio	Fascio vascolare	Guaina del fascio	Strato profondo del tessuto lacunoso	Strato mediano del tessuto lacunoso	Strato superficiale del tessuto lacunoso	Tessuto acquifero inferiore	Epidermide inferiore	Peli	*Osservazioni*
1	Cuphea racemosa.		+		+	+										Alcune piante vennero riportate due volte perchè le differenti foglie hanno dimostrato differenze nella distribuzione dell' antocianina.
2	Aster sp.		+		+	+										
3	Pelargonium zonale . . .		+		+	+										
4	Rubus laciniatus		+		+	+				+	+	+				
5	Portulacca grandiflora . .		+				+	+	+					+		
6	Rhus sp.				+	+										
7	Syringa vulgaris				+	+										
8	Fraxinus.				+	+										
9	Stillingia sebifera				+	+										

Continuazione della Tabella I.

Numero d'ordine	NOME DELLE PIANTE	Peli	Epidermide superiore	Tessuto acquifero	1.° Strato del palizzata	Strato profondo del palizzata	Guaina del fascio	Fascio vascolare	Guaina del fascio	Strato profondo del tessuto lacunoso	Strato mediano del tessuto lacunoso	Strato superficiale del tessuto lacunoso	Tessuto acquifero inferiore	Epidermide inferiore	Peli	*Osservazioni*
	Riporto	0	5	0	8	8	1	1	1	1	1	1	0	1	0	
10	Cornus florida.				+	+										
11	Diospyrus Ebenum. . . .				+	+										
12	Viburnum Opulus				+	+										
13	Rogiera elegans				+	+										
14	Campanula sp.				+	+										
15	Azalea indica.				+	+										
16	Homalanthes populifolius				+	+										
17	Cercidiphyllum sp.. . . .				+	+										
18	Spiraea filipendula. . . .				+	+										
19	Lagestroemia indica. . .				+	+										
20	Rhus succedanea.				+	+										
21	Hortensia				+	+										
22	Cissus				+					+	+	+				
23	Diospyrus Kaki				+	+				+	+	+				
24	Lilium.				+	+				+	+	+				
25	Saxifraga crassifolia . . .				+	+				+	+	+				
26	Eucalyptus				+	+				+	+	+				
27	Pyrus malus.				+	+				+	+	+				
28	Cerasus				+	+				+	+	+				
29	Vaccinium Myrtillus. . .				+	+				+	+	+				
30	Lagestroemia indica. . .				+	+						+				
31	Paeonia officinalis				+	+						+				
32	Spiraea opulifolia.				+	+										
33	Trachelospermum Thumbergianum.				+	+						+				
34	Vitis				+	+						+				
35	Laurus Sassafras.				+	+						+				
36	Echeveria grandiflora . .					+						+				
37	Viburnum Opulus				+						+	+				
38	Azalea indica.				+	+					+	+				
39	Schinus terebinthifolius .				+	+					+	+				
40	Azalea sp.				+	+					+	+				
41	Physalis				+	+								+		
42	Salvia sp..				+	+	+	+	+							
43	Liquidambar stiracyflua.				+	+	+									
	TOTALE.	0	5	0	41	40	3	2	2	9	13	20	0	2	0	
					80						42					

TABELLA II.

Foglie giovani.

Numero d'ordine	NOME DELLE PIANTE	Peli	Epidermide superiore	Tessuto acquifero	1.° Strato del palizzata	Strato profondo del palizzata	Guaina del fascio	Fascio vascolare	Guaina del fascio	Strato profondo del tessuto lacunoso	Strato mediano del tessuto lacunoso	Strato superficiale del tessuto lacunoso	Tessuto acquifero inferiore	Epidermide inferiore	Peli	Osservazioni
1	Corylus Avellana.		+											+		
2	Citrus Aurantium.		+											+		
3	Nymphaea alba		+											+		
4	Bryonopsis erythrocarpa .		+											+		
5	Rumex Acetosella		+											+		
6	Eranthemum sanguineum		+											+		
7	Bignonia Lindleyana . .		+											+		
8	Sylphium terebinthinaceum		+											+		
9	Begonia sp.	+													+	
10	Cineraria sp.	+													+	
11	Lamium purpureum . . .	+	+													
12	Clerodendrum speciosum.	+	+											+	+	
13	Achaea eucalyptoides . .	+	+											+	+	
14	Ballota nigra	+	+											+	+	
15	Ficus macrophylla	+					+	+	+							
16	Rosa sp.	+					+	+	+						+	
17	Theobroma Cacao	+					+	+	+						+	
18	Tilachina sp.	+						+								
19	Ceratonia Siliqua		+	+								+		+		
20	Polygonum Sieboldi . . .		+						+					+		
21	Crataegus coccinea . . .		+						+					+		
22	Pothos sp.		+				+	+	+					+		
23	Spiraea		+				+	+	+					+		
24	Berberis vulgaris.		+		+	+						+				
25	Köhlreutera paniculata .		+									+			+	
26	Citrus sp.		+		+									+		
27	Doodia aspera		+		+	+	+	+	+	+	+	+		+		
28	Pistacia Terebinthius . .		+		+	+	+	+	+		+			+		
29	Angelica versicolor . . .		+		+	+							+	+		
30	Coccoloba guatemalajensis		+		+						+			+		
31	Cobaea scandens		+		+		+	+				+		+		
32	Rogiera elegans				+	+						+				
33	Beaucarnea sp.				+	+					+	+				
34	Cydonia japonica				+	+					+	+				
35	Erythrina christagalli . .				+	+					+	+				

Continuazione della Tabella II.

Numero d'ordine	NOME DELLE PIANTE	Peli	Epidermide superiore	Tessuto acquifero	1.° Strato del palizzata	Strato profondo del palizzata	Guaina del fascio	Fascio vascolare	Guaina del fascio	Strato profondo del tessuto lacunoso	Strato mediano del tessuto lacunoso	Strato superficiale del tessuto lacunoso	Tessuto acquifero inferiore	Epidermide inferiore	Peli	*Osservazioni*
	Riporto	10	25	1	11	8	8	9	9	1	6	9	1	22	8	
36	Cassine maurocenia				+	+					+	+				
37	Hentochmanes pictoria				+	+					+	+				
38	Ilex Paraguariensis				+	+										
39	Acorus gramineum				+	+										
40	Mahonia				+	+										
41	Acalypha macrophylla				+	+	+	+	+							
42	Anthurium sp.				+	+			+	+	+	+				
43	Coffea				+					+	+	+				
44	Galipaea ovata				+					+	+	+				
45	Blechnum occidentale				+	+	+	+	+	+	+	+				
46	Lagestroemia indica				+						+	+				
47	Ladembergia rosea					+	+	+	+	+	+	+	+	+		
48	Chavica officinarum					+	+	+	+	+	+					
49	Pellionia pulchra						+	+	+							
50	Arbutus Unedo						+	+	+							
51	Cyanophyllum speciosum						+	+						+		
52	Ficus nobilis						+	+								
53	Smilax officinalis						+			+						
54	Paeonia officinalis						+	+	+					+		
55	Centradenia floribunda						+	+	+					+		
56	Echites metallicum						+		+							
57	Cephaelis sp.							+	+							
58	Cyclamen sp.								+	+	+	+		+		
59	Medinilla magnifica								+	+	+	+	+	+		
60	Geum urbanum									+	+	+		+		
61	Centrosolenia bullata									+	+					
62	Lonicera Peryclymenum											+				
63	Euphorbia biglandulosa											+		+		
64	Sassifraga crassifolia										+	+		+		
65	Syringa vulgaris											+		+		
66	Cypripedium venustum													+		
	TOTALE	10	25	1	22	18	20	20	22	12	20	24	3	33	8	
					40					56						

TABELLA III.

Foglie adulte.

Numero d'ordine	NOME DELLE PIANTE	Peli	Epidermide superiore	Tessuto aquifero superiore	Tessuto a palizzata	Tessuto lacunoso	Tessuto aquifero inferiore	Epidermide inferiore	Peli	*Osservazioni*
1	Gynura aurantiaca	+							+	Struttura ordinaria [1]
2	Hebeclinium Zanthinum .	+							+	Struttura ordinaria
3	Coleus sp.	+	+					+	+	Struttura ordinaria
4	Gesneria hybiida	+				+		+	+	
5	Naegelia sp.	+				+		+	+	
6	Canna indica		+					+		
7	Croton sp.		+					+		Struttura ordinaria
8	Oxalis sp.		+					+		Struttura ordinaria
9	Artocarpus Canoni		+					+		Struttura ordinaria
10	Eranthemnm versicolor .		+					+		
11	Hibiscus Cooperi		+					+		
12	Marantha leuconeura . .		+					+		
13	Strobilanthes Durieri . .		+			+	+	+		
14	Begonia sp.		+				+	+		
15	Acalypha obovata		+		+	+		+		Struttura ordinaria
16	Amaranthus tricolor . . .		+		+	+		+		
17	Amaranthus Blitum . . .		+		+	+		+		
18	Begonia sp.		+		+	+	+	+	+	
19	Euphorbia sanguinea. . .		+		+	+				
20	Dracaena sanguinea . . .			+			+			
21	Caladium sp.			+			+			Struttura ordinaria
22	Nidularium spectabilis. .			+			+			
23	Polydophyllum zonatum .			+			+			
24	Iresine sp.				+	+		+		Struttura ordinaria
25	Achyranthes Verschaffelti				+	+		+		Struttura ordinaria
26	Acalypha sp.				+	+		+		
27	Alternanthera				+	+		+		
28	Prunus Pissardi.				+	+		+		
29	Pelargonium zonale . . .				+			+		
30	Goodiera repens					+	+			
31	Piper porphyrophyllum .					+	+			
32	Centradenia fulgens . . .					+				

[1] Le foglie che non presentano un tessuto acquifero tipicamente conformato vengono indicate, nella colonna delle osservazioni, colla denominazione " struttura ordinaria ". Per ragioni di brevità nella presente tabella non si è tenuto conto della distribuzione dell'antocianina attorno ai fasci vasali, il che però non pregiudica la chiarezza della esposizione.

Continuazione della Tabella III.

Numero d'ordine	NOME DELLE PIANTE	Peli	Epidermide superiore	Tessuto acquifero superiore	Tessuto a palizzata	Tessuto lacunoso	Tessuto acquifero inferiore	Epidermide inferiore	Peli	*Osservazioni*
	Riporto	5	15	4	11	16	9	21	6	
33	Higginsia					+				
34	Arthanthe superba					+				
35	Arthanthe magnifica. . .					+				
36	Pellionia Daveana					+				
37	Cyanophyllum magnificum					+		+		Struttura ordinaria
38	Cyclamen					+		+		
39	Cissus discolor					+		+		
40	Begonia imperialis					+	+	+		
41	Centrosolenia bullata . .					+	+	+		
42	Begonia sp.					+	+	+		
43	Begonia sp.					+	+	+		
44	Centradenia floribunda. .						+	+		
45	Tradescantia discolor . .						+	+		
46	Cirtanthera superba . . .						+	+		Struttura ordinaria
47	Achmaea coccinea							+		
48	Dioscorea versicolor . . .							+		Struttura ordinaria
49	Cypripedium venustum .							+		
50	Marantha zebrina							+		
51	Tradescantia sp.							+		
52	Stromanthes sanguinea .							+		
53	Marantha setosa							+		
54	Mikania speciosa.							+	+	Struttura ordinaria
	TOTALE	5	15	4	11	27	16	39	7	

Riassumiamo ora i risultati. Dallo studio che si è fatto sulla localizzazione del pigmento antocianico nei tre differenti stadi evolutivi delle foglie appare manifesto che vi hanno delle profonde differenze nella distribuzione, a seconda che i lembi fogliari sono giovani, adulti, od invecchiati.

Nelle foglie vecchie si può ammettere come regola generale che l'antocianina predilige localizzarsi nel palizzata, ma questo si verifica solo quando la orientazione ordinaria della foglia non abbia subito

delle variazioni. In qualche caso noi troviamo però anche il lacunoso, unitamente al palizzata, riempito di masse antocianiche, mentre ben di rado deve osservarsi l'arrossamento limitato esclusivamente al tessuto lacunoso. Parimenti, solo in casi eccezionali, si incontrerà il pigmento insediato nelle due epidermidi od anche in una sola, mentre tutti gli altri tessuti rimangono verdi.

Però è più che sufficiente che per una causa qualsiasi abbia a cambiarsi la orientazione della foglia perchè subito avvenga un mutamento nella distribuzione del pigmento ed infatti si è constatato che nelle foglie le quali, per cause ancora non ben note, subiscono invecchiando un movimento di torsione attorno al picciuolo, ed in quelle che si accartocciano, od infine vengono ad arte mantenute capovolte, il pigmento non compare più nel palizzata, ma nel lacunoso. [1]

L'antocianina, diremo così autunnale, è evidentemente, il più delle volte strettamente subordinata alle condizioni dell'illuminazione, non comparendo più nelle foglie che non vengono colpite direttamente dai raggi solari. Nei *Cissus* il fenomeno è particolarmente manifesto in quanto che assai spesso il pigmento non si forma più in quei tratti delle foglie che si trovano ricoperti da un'altra foglia, o da un ramo sovrastante.

Per questa causa e per altre ancora noi siamo autorizzati a conchiudere innanzi tutto che la colorazione autunnale, salvo alcune eccezioni, non costituisce un reperto istologico costante per una data pianta, e secondariamente che la distribuzione del pigmento, a differenza di quanto avviene tanto nelle foglie giovani che in quelle adulte, presenta un certo grado di fissità solo nel caso che non muti l'orientazione della foglia rispetto alla luce incitante.

Sta intanto il fatto che quasi tutte le piante a fogliame autunnale da noi studiate non mostrano particolarità strutturali degne di menzione quali verrebbero offerte dalla presenza di un tessuto acquifero, dallo sviluppo esagerato di una cuticola indicante una struttura tipicamente xerofila e da altre simili strutture.

---

[1] Il Wulff, nel suo lavoro *Botanische Beob. aus d. Spitzbergen* pubblicato quando le nostre osservazioni erano già in corso di stampa, riporta un passo del Middendorff dal quale risulta che quest'autore ritiene che il fogliame delle piante artiche presenti le caratteristiche dell'arrossamento autunnale comune nelle nostre regioni e più particolarmente sulle Alpi. Ora dalle osservazioni anatomiche che il Wulff stesso ha fatto sulle piante artiche appare manifesto, a nostro modesto parere, che la distribuzione del pigmento in queste non corrisponda, almeno nel maggior numero dei casi, con quanto si verifica nelle foglie autunnali delle nostre regioni e sia perciò regolata da speciali cause.

Nelle foglie giovani, a seconda della specie che si considera, si incontra l'antocianina variamente localizzata, ma ciò non di meno si può affermare che d'ordinario essa manca nei peli e nel tessuto acquifero p. d. della pagina inferiore. È invece raccolta in abbondanza talora nel lacunoso, tal'altra nel palizzata, ma è particolarmente frequente nelle cellule che circondano i fasci vascolari. Del resto anche sufficientemente fornita di pigmento si mostra l'epidermide della faccia superiore del lembo fogliare.

In tesi generale si può ammettere che nelle foglie giovani, ciò che del resto succede pure nelle adulte, il pigmento è più di frequente localizzato nella metà inferiore della foglia anzichè nella metà superiore (V. Tabella II e III, Totale).

La frequente localizzazione del pigmento attorno ai vasi e nel lacunoso ci dà diritto a sospettare che la luce non sia l'unico fattore che determina nelle giovani foglie la comparsa del pigmento, ma che all'opposto anche altri fattori influiscano sulla sua distribuzione e che quindi la comparsa dell'antocianina attorno ai tessuti conduttori dell'acqua, non debba esser considerata come un fenomeno puramente accidentale.

Egli è certo però che la distribuzione nelle foglie giovani è totalmente differente da quella che è propria del maggior numero delle foglie autunnali nella quale è evidente la preponderante influenza della luce; di guisa che se questa fosse il solo agente che regola la localizzazione del pigmento, anche nelle foglie giovani l'antocianina dovrebbe necessariamente invadere di preferenza il palizzata, ciò che non avviene.

La distribuzione del pigmento nelle foglie adulte rispecchia da vicino le condizioni che si verificano in quelle giovani, in quanto che anche quivi non è il palizzata il tessuto d'ordinario preferito per il deposito dell'antocianina, per cui neppure per le foglie adulte si può affermare che entri solo in giuoco l'influenza della luce.

Per lo più noi troviamo che l'antocianina si localizza nella porzione inferiore del tessuto fogliare, vale a dire dal lato che d'ordinario è rivolto verso l'ombra (V. Tabella III, Totale) ed inoltre sono precisamente i tessuti contigui al fasci vascolari od all'epidermide inferiore che maggiormente abbondano di pigmento.

Sopra circa cinquanta piante antocianiche studiate, molte delle quali per la bellezza delle tinte appartenevano alla categoria di quelle ornamentali, noi abbiamo qualche volta incontrata nella foglia quella struttura che è contraddistinta colla denominazione " struttura ordinaria " e che corrisponde al tipo fogliare più comune delle specie mesofitiche delle flore nostrali, la quale struttura, come è noto, trae le

sue caratteristiche principali, in genere, dalla cuticola non esageratamente ispessita, dall'epidermide disposta in un solo piano, dal palizzata più o meno manifesto, dalla presenza di un lacunoso normalmente conformato, ed infine dalla mancanza di uno speciale tessuto acquifero per cui il lembo fogliare non si presenta molto ispessito.

Nella grande maggioranza dei casi noi vediamo invece sempre andar associati alla presenza dell'antocianina alcuni caratteri che sono propri delle piante xerofile, come ad esempio, la comparsa di un tessuto acquifero più o meno sviluppato, la riduzione più o meno significante del parenchima verde, un leggero grado di ispessimento della cuticola, la struttura bullata, la comparsa di serbatoi di mucilaggini, di idioblasti sclerosi ed infine la riduzione nel numero delle nervature e nella loro robustezza, il qual carattere è pure frequente nelle corolle dei fiori.

Però, fenomeno singolare, tutte queste stimmate xerofitiche vanno assai spesso collegate con parecchi caratteri che indicherebbero piuttosto un adattamento a condizioni di vita propria delle così dette " Schattenblätter „ nelle quali si ha, come è noto, un grande sviluppo del lembo fogliare e un assottigliamento del parenchima, poichè molte specie ornamentali fornite di tessuto acquifero hanno ciò malgrado un lembo sottile. Le eccezioni tuttavia non mancano e noi ricorderemo qui, ad esempio, talune Begonie, la Medinilla, talune Tradescantia, ecc.

Per poter comprendere come siffatte peculiari costituzioni, apparentemente fra loro in disaccordo, abbiano ragione di esistere, occorre indagare quali siano le condizioni biologiche sotto l'azione delle quali vivono le piante che noi abbiamo impreso a studiare.

Molte di queste piante ornamentali (*Peperomie*, *Orchidee*, *Bromeliacee*, ecc.) sono xerofite delle regioni equatoriali e più particolarmente delle così dette *Regenwälder* o *Monsunwälder*, dove la quantità di pioggia che annualmente cade è sufficientemente grande per rendere possibile l'esistenza di piante a grandi foglie. La struttura di queste foglie è inerente però alle condizioni di vita, diremo così arborea, delle specie in questione per cui queste non potendo utilizzare che una scarsa quantità dell'acqua piovana devono esser fornite di disposizioni anatomiche atte a trattenere l'umidità; nello stesso tempo però abbisognano di un lembo più o meno ampio per poter usufruire nel miglior modo possibile della scialba luce che penetra nel folto della foresta.

Un gruppo non meno importante di questi vegetali conduce vita terrestre, sebbene talune abbiano rappresentanti fra le epifite, e molte anzi prediligono località e regioni sottoposte a frequenti pioggie, ma ciò non di meno abbisognano di una struttura alquanto xerofita perchè vivendo esse in mezzo alle roccie vengono, in ultima analisi, a trovarsi

assai spesso in condizioni poco propizie dal punto di vista dell'igrofilia, poichè il terreno roccioso è poco adatto a trattenere l'acqua meteorica (*Begonie, Peperomie,* ecc.)[1]. Lo stesso dicasi per taluni vegetali (*Achyranthes Alternanthera,* ecc.) che fanno parte della vegetazione psammofila di Warming o concorrono a costituire le così dette formazioni del Pes Caprae che uno di noi ha potuto osservare da vicino nelle regioni tropicali americane (Buscalioni).

Altre piante vivono nei siti più o meno ombreggiati (*Canna*, *Musa*, ecc.) e non richiederebbero, a primo aspetto, la comparsa di una struttura xerofita, ma per comprendere come questa, all'opposto, si presenti in più o meno grande misura basta ricordarsi che le regioni dove tali piante vivono vanno soggette a periodi di più o meno prolungata siccità, e l'influenza della radiazione solare si motra ivi in tutta la sua veemenza. Oltre a ciò devesi ancora considerare che il grado di umidità del terreno di alcune località abitate da siffatte piante è soggetto a notevolissime variazioni, essendo il medesimo sabbioso e poco ricco di humus, vale a dire poco adatto a trattenere l'acqua. Aggiungasi ancora che l'aria atmosferica nelle ore meridiane, trovasi ivi ben lontana dal punto di saturazione, raggiungendo appena il 30 $^0/_0$ - 35 $^0/_0$ di tale stato, per cui le grandi foglie di siffatte piante vanno soggette ad una forte traspirazione che diminuisce solo dopo che è avvenuto il solito acquazzone.

Pericolo quindi di andar soggetto ad un periodo più o meno lungo di siccità da un lato e dovizia di pioggia congiunta assai spesso a non eccessiva illuminazione dall'altra, sono le cause precipue per cui nelle piante a fogliame colorato si trovano accoppiati due opposte strutture, la xerofilia e la igrofilia, caratterizzata la prima principalmente dalla comparsa del tessuto acquifero, la seconda dalla superficie larga e talora anche da una relativa sottigliezza del lembo fogliare.

Noi crediamo pertanto utile di segnalare che la singolare fusione di caratteri biologici opposti, dà alle piante che ne sono fornite una fisonomia tutta particolare che non è quella delle piante tipicamente xerofite, ma neppure quella delle specie mesofite, per cui si adatterebbe loro opportunamente la denominazione di piante emixerofite.

Stabilito ora che la maggior parte delle piante a fogliame ornamentale da noi studiate e molte altre ancora, hanno per lo più ad un tempo disposizioni xerofile ed igrofile e posto in chiaro che la struttura xerofila caratterizzata dallo sviluppo del tessuto acquifero è in rela-

---

[1] Alcuni rappresentanti di questo tipo viventi epifiticamente in siti molto umidi hanno un'ipoderma acquifero ridotto.

zione colle condizioni d'esistenza cui sono sottoposte le piante, per un periodo però limitato della loro esistenza che richiedono un temporaneo immagazzinamento dell' acqua metorica, sarebbe ora il caso di arrivare al punto capitale della questione e di domandarci se non vi sia forse una relazione tra alcune delle manifestazioni della xerofilia e principalmente fra la presenza del tessuto acquifero e la comparsa delle antocianine.

È nostra convinzione che un tale rapporto esista realmente, sia perchè con troppa frequenza abbiamo incontrata l'associazione dei due caratteri (ipoderma acquifero e antocianina) sia perchè assai spesso vediamo il pigmento antocianico accompagnare gli organi che servono al trasporto dell'acqua (foglie giovani) e sia perchè l' antocianina appartiene al gruppo di quelle sostanze che come il tannino (Warming) e gli zuccheri, esercitano nelle cellule una azione osmotica non indifferente, la quale contribuisce a fissare energicamente l' acqua nei tessuti. Dobbiamo però aggiungere che questa nostra interpretazione è, pel momento, prematura e solo apparirà più evidente, quando nel corso del presente lavoro avremo studiato il problema dell' antocianina sotto i diversi aspetti con cui si presenta.

Egli è vero però che lo Stahl, l' Hansgirg ed altri autori ritengono che la presenza dell'antocianina nel lembo delle foglie di molte piante appartenenti alla categoria delle " Schattenblätter „ ed al tipo " Cyclamen „ di Hansgirg, avrebbe lo scopo di proteggere le piante contro il morso degli animali o di provocare un aumento di temperatura nelle foglie stesse, vivendo le specie fornite di tali particolarità nel folto dei boschi tropicali o infine (Cyclamen typus) di favorire l' assorstimento, per parte della foglia, delle radiazioni termiche emanate dal terreno, ma noi riteniamo che tali ipotesi, per quanto degne di essere tenute in considerazione in alcuni casi singolari, non reggono più ad una critica spassionata quando si cerchi di applicarle alla grande maggioranza delle piante.

E tutt' altro che provato, infatti, che l' antocianina valga in modo sicuro ad ingannare gli animali e parimenti è poco probabile che le piante a fogliame non appressato al terreno, ma anzi da questo più o meno distanziato, abbiano bisogno di fabbricare il pigmento antocianico dal lato inferiore del lembo fogliare onde assorbire quei pochi raggi termici che emanano dal terreno, in regioni dove domina un' eterna estate e dove l'aria è sufficientemente calda.

Tanto meno ci pare giusta l' ipotesi dello Stahl concernente le piante viventi nel folto dei boschi tropicali secondo la quale l'antocianina provocando un aumento di temperatura servirebbe unicamente a favorire

la traspirazione che sarebbe altrimenti impedita dalla circostanza che nell' interno di tali foreste l' umidità atmosferica raggiunge quasi il grado della saturazione. Basterà a questo proposito far rilevare che, a prescindere dalle notevoli oscillazioni diurne dello stato igrometrico dell' aria che si verificano nelle foreste equatoriali, le piante sono in grado di traspirare in una atmosfera satura, o quasi, di vapore acqueo e che al pari della antocianina, la clorofilla, come lo dimostrò il Wiesner, ha il potere di aumentare la temperatura dell' organo in cui si trova. Aggiungasi ancora che nei *Caladium* per lo più l'antocianina è localizzata in quella parte del lembo fogliare che è priva o povera di cloroplasti ciò che mal si concilia coll'idea dello Stahl secondo la quale la traspirazione sarebbe una funzione strettamente collegata all'assimilazione e col ricambio. A forziori poi apparirà valida la nostra obbiezione allorchè si prendono in considerazione le piante saprofite, quasi del tutto prive di clorofilla, pure viventi nelle stesse condizioni dei *Caladium*, quali la *Apterix* i *Cystorchis*, ecc., dal Johow state illustrate.

Assai chiara, all'opposto, riesce la funzione dell' antocianina se noi la connettiamo colle disposizioni xerofitiche. A questo riguardo taluni potrebbero osservare che nelle flore dei deserti, come risulta dai lavori di Tschirch, di Volkens, di Pfitzer e di altri, ben difficilmente si ha la comparsa dell'antocianina, mentre le manifestazioni xerofitiche sono evidentissime. Ed infatti il Volkers nota, non senza ragione, che solo in una pianta (*Zilla myagroides*) e solo nei primi stadi della sua esistenza ha potuto riscontrare traccie di pigmento rosso nei tessuti. Ma l'obbiezione non è seria, inquantochè nelle piante classicamente xerofite vi hanno molte cause (ispessimento notevole della cuticola, incapacità funzionale degli stomi) che rendono difficile gli scambi gasosi e ostacolano quindi notevolmente quei processi di ossidazione dai quali dipende la formazione del pigmento antocianico.

Quest'ultimo si forma solo in quelle parti della pianta che non hanno una struttura esageratamente xerofita, qual è quella appunto che noi abbiamo imparato a conoscere nelle piante da noi studiate e che perciò appunto si è creduto di dover contrassegnare col nome di struttura emixerofita. E a questo proposito giova ricordare che secondo l'Hansgirg nelle piante fornite di una cuticula piuttosto ispessita, le quali per lo più mancano di pigmento, questo si sviluppa quando la coltivazione delle stesse, venga fatta nelle serre, vale a dire in un ambiente richiedente pochi mezzi di protezione contro l'evaporizzazione (essendo per lo più le serre calde sufficientemente impregnate di vapor acqueo) e riproducente, in piccolo, le condizioni delle foreste tropicali.

Il nostro modo di interpretare i fatti non esclude per altro che l'antocianina possa, in via secondaria, anche servire ad altri scopi, qual è quello di aumentare la temperatura, ma tutte queste funzioni paiono assai meno chiaramente caratteristiche in confronto di quella destinata a trattenere l'acqua nei tessuti che vanno soggetti ad una traspirazione un poco accentuata. È vero però che le piante acquatiche natanti sono colorate dall'antocianina in corrispondenza delle faccie inferiori, ma a suo tempo vedremo quale sia l'ufficio di una così peculiare distribuzione del pigmento in tali organismi.

Dallo studio comparativo emerge intanto il fatto di non poca importanza che, cioè, l'antocianina nelle foglie adulte e giovani è distribuita diversamente di quanto avvenga in quelle invecchiate. La sede della localizzazione nei due primi tipi è quasi la stessa, come si può rilevare confrontando le tabelle II e III, ma noi non possiamo da questo sempre dedurne la conseguenza che la localizzazione del pigmento nelle foglie adulte non rappresenti altro che la persistenza di uno stato di cose reperibile in quelle giovani; inquanto che molte piante ornamentali hanno foglie giovani verdi che solo dopo di aver raggiunto il completo sviluppo cominciano ad immagazzinare il pigmento nei loro tessuti (*Croton*, *Acalypha*, ecc.). E però vero che in talune specie si può constatare che l'antocianina scompare solo parzialmente dai tessuti a misura che la foglia si avvicina allo stato adulto ed in altre conserva immutata la sua localizzazione.

Da ultimo noi vogliamo ancora far notare la localizzazione dell'antocianina nei peli di talune piante e ciò sopra tutto pel fatto che la presenza di peli indica una tendenza delle piante alla struttura xerofita, ma più particolarmente perchè da taluni si ritiene che la presenza dei peli sia di ostacolo alla produzione dell'antocianina ciò che appare smentito dai risultati riportati nelle tabelle II e III, dove troviamo non meno di 15 specie fornite di peli antocianici, senza contare quelle in cui l'antocianina non è presente nel pelo, ma in altri tessuti delle foglie. [1]

---

[1] Chi desiderasse maggiori ragguagli nell'argomento che abbiamo trattato, potrebbe consultare le seguenti opere: — Schilling, *Anat. Biol. Unters. üb. Schleimbildung d. Wasserpflanzen. Flora*, 1894. — Pfitzer, *Beitr. z. Kenntniss d. Hautgewebe. Pringsheim Jahrb.* Bd. 8.° — Dufour, (v. Bibl.). — Volchens, *Die Flora Aegipts. Arab. Wüste.* — Warming, *Lehrb. d. Oekol. Pflanzengeogr.* — Areschoug, *Die Einfluss d. Clima aus d. Organisation d. Pflanzen.* — Gilg, *Beitr. z. Vergleich. Anat. d. Xerophile Familie d. Restiaceen. Bot. Jahresber.* 13. — Stahl, *Ueb. d. Einfluss d. Sonnige — u. Schattigenstandortes auf. d. Ausbildung d. Laublätter. Bot. Zeit.* 1882. — Haberlandt, *Phys. Pflanzenanat.* — Westermajer, *Ueb. Bau u. Function d. Pflanzl. Hautgewebesistem. Pringsheim Jahrb.* 14 Bd. — Schimper, *Ueb. d. Bau u. Lebenweise d.*

CAPITOLO III.

Localizzazione delle antocianine negli organi sottili, nei petali e sepali, nei frutti, nelle radici, nel caule, nel picciuolo fogliare, ecc.

In questi organi l'antocianina và pure soggetta a certe leggi di distribuzione che solo appaiono evidenti quando si esamini un gran numero di piante e si tenga conto delle medie di più osservazioni, non essendo il pigmento in tutti gli individui di una stessa specie localizzato costantemente in un dato strato, ma presentando all'opposto delle lievi divergenze nella distribuzione, che ricordano quanto già si è visto nelle foglie.

Per ragioni di opportunità noi studieremo qui la distribuzione dell'antocianina: — 1° negli organi sottili, sotto il qual nome abbiamo compresi svariatissimi tessuti caratterizzati tutti quanti dall'essere costituiti di pochi piani cellulari; — 2° nel fiore (calice, corolla e perianzio); — 3° nel frutto, nelle radici, nei pungiglioni e viticci; — 4° nel caule; — 5° nel peduncolo fogliare.

1.° L'antocianina negli organi sottili.

L'antocianina è frequentemente localizzata negli stili e negli stimmi, in specie quando questi ultimi sono lunghi e piramosi o ridotti a sottili filamenti (*Acalypha, Cupulifere, Amentacea* ecc.). Il pigmento occupa per lo più lo strato ipodermico (*Cardamine hirsuta, Helleborus niger*), o tutto quanto il parenchima dell'organo, compresa l'epidermide (*Columnaea Lindeniana*), od infine i tessuti profondi (*Ixora floribunda*).

Epyphyten Westindiens Bot. Centralbl. 1884. — Iohow, (v. Bibl.). — *Id. Die Chlorophylfreje humusbewohner West Indien.* — *Id. Pringsh. Jahrb.* Bd. 20. — Haberlandt, *Vergleich. Anat. d. Assimilat. Gewebesystem d. Pflanzen.* — Henslow, *The origin of Plantes structure by self adaptation to the environnement exemplified by desert or xerofilous plants. The Journ. of Linnean Soc., London,* 1894. — Kruger, *Die Oberindischen Veget. Organen d. Orchideen. Flora* 1893. — Lebel, *Anat. d. Laublatter. Pringsheim Jahrb.* Bd. 20. — Wiesner, *Unters. ub. d. Farbstoffe einiger Chlorophyllfreie gehaltenen Fanerogamen. Pringsh. Jahrb.* 8.° Bd. — Lesage, *Influence du bord de la mer sur les feuilles. Rev. Gen. Bot.* T. 2, 1890.—Heinricher, *Einrichtungen z. Wasserversorgung d. Mesophyll. Bot. Centralbl.* T. 23, 1885.— Tschirch, *Limnaea,* XLIII, 1882.

Parimenti troviamo frequentemente che l'antocianina impregna i filamenti delle antere o le antere stesse (*Muscari comosum*, *Rumex Acetosella*, *Cydonia Japonia*, *Tulipa* ecc.) dove si presenta per lo più localizzata nell'epidermide (*Tulipa*, *Rumex*) od all'opposto diffusa in tutto lo spessore dell'organo. Talora il colore del pigmento è rosso, in altri casi invece è bleu (*Tulipa*).

Fra gli organi sottili vanno pure annoverate le squame, le brattee florali, le guaine fogliari, taluni peduncoli fiorali (*Graminaceae*), le ligule delle graminacee e via dicendo, i quali organi si presentano assai spesso antocianici.

Tanto nelle guaine che nelle brattee fiorali e nelle squame (*Hieracium*, *Silphium*, *Mahonia*, *Begonia*, *Clematis*, *Cineraria*, *Paeonia*, *Viburnum*, *Syringa*, *Euphorbia*, *Cydonia* ecc.), il pigmento occupa di preferenza il tessuto epidermico o lo strato immediatamente sottoposto; non mancano però neppure i casi in cui esso compare più o meno profondamente (*Geum*, *Tradescantia*, *Secale*, *Paeonia*, *Diclytra*, *Pellionia* ecc.).

In quanto poi ha riguardo alla sua distribuzione rispetto alle due superfici dell'organo, se queste sono diversamente esposte alla radiazione come capita ad es. per le brattee, squame, ecc., prevale indubbiamente la regola che la faccia esterna è più antocianica di quella interna, oppure è essa sola fornita di pigmento; più di rado avviene che tutte due le faccie siano egualmente colorate (*Diclytra*, *Cineraria*, *Cydonia* ecc.).

Nelle Ligule noi abbiamo trovato il pigmento localizzato quasi sempre nell'epidermide.

Qualunque sia lo strato che include il pigmento, noi troviamo che questo di rado occupa quasi tutte le cellule, essendo per lo piu disseminato in modo più o meno irregolare (strato sottoepidermico della *Paeonia* e della *Pellionia pulchra*, epidermide e strato sottostante della *Diclytra*).

Da ultimo fra gli organi sottili si può anche comprendere il picciuolo dilatato della *Xantosmia* poichè i suoi bordi espansi sono ridotti a pochi piani di cellule. Ora è appunto in questi elementi privi di clorofilla, o poco verdi, che si localizza l'antocianina, mentre la parte centrale dell'organo più ispessita ne è priva.

Dal complesso di questi fatti appare manifesto che la formazione dell'antocianina negli organi sottili non si può considerare come un fenomeno diremo quasi di lusso, ma all'opposto deve esser intimamente legato alle speciali condizioni biologiche cui sono sottoposti gli organi sottili, fra le quali precipue appaiono quelle concernenti la traspirazione e l'insolazione. Gli organi sottili per la loro natura stessa quando vengono colpiti dai raggi solari devono riscaldarsi fortemente a causa del loro esiguo spessore e traspirare quindi anche attivamente, nel

tempo istesso che per la riduzione o mancanza assoluta di fasci vascolari cui sono soggetti, non possono supplire che con difficoltà alla perdita d'acqua. Di qui la necessità di speciali mezzi di protezione contro un'eccessiva traspirazione, e perciò riesce spiegata, come vedremo meglio in seguito, la presenza di una sostanza che, come l'antocianina, ha appunto il potere di trattenere l'acqua. Ciò appare anche più evidente pel fatto che quasi tutti gli organi sottili sviluppano l'antocianina dal lato soleggiato e molti di essi quando sono forniti di fasci vascolari presentano il pigmento localizzato anche attorno a questi. (*Platanus, Glycine*, *Tradescantia discolor*, *Geranium rubellum*, *Secale* ecc.).

Ciò per altro non esclude che l'antocianina possa presiedere ad altre funzioni oltre a quella di impedire la traspirazione, e noi ci limitiamo in proposito a rilevare qui che per quanto concerne gli stimmi appare molto probabile che il pigmento raccolto negli stessi abbia anche l'ufficio di favorire l'accrescimento del tubetto pollinico (Stahl).

2.° L'antocianina nei petali, nei sepali e nei perianzi.

Per ciò che concerne la distribuzione dell'antocianina il calice si comporta come gli organi sottili, presentandosi il pigmento localizzato di preferenza negli strati superficiali o poco profondi e per lo più limitatamente alla faccia esterna rivolta verso la luce, come appare manifesto dai risultati raccolti nella presente tabella.

TABELLA IV.

Distribuzione dell'antocianina nel Calice.

Numero d'ordine	NOME DELLE PIANTE	Peli esterni	Epidermide esterna	Strato ipodermico	Parenchima	Epidermide interna	Peli interni	*Osservazioni*
1	Dianthus sp.	+	+	+	+			
2	Cheiranthus Cheiri		+	+				
3	Pulmonaria officinalis		+	+				
4	Columnaea Lindeniana		+			+		
5	Tropaeolum sp.		+			+		
6	Cydonia japonica		+	+	+			
7	Lamium purpureum		+			+	+	
	TOTALE	1	7	4	2	3	1	

Il fenomeno appare anche assai manifesto in quei casi in cui tutto il parenchima del calice è antocianico, poichè gli strati più esterni contengono quasi costantemente maggior copia di pigmento e più vivamente colorato.

In alcune piante (*Pulmonaria*) il pigmento, benchè diffuso nel parenchima, appare più abbondante nelle cellule che attorniano le lacune aerifere, ciò che dimostra l'intimo nesso tra la traspirazione e la presenza del pigmento.

Ben differente appare il comportamento dell'antocianina allorchè si prendono in considerazione le corolle od i perianzi colorati, essendo il pigmento in queste due sorta di organi di regola localizzato nelle due epidermidi, sebbene raramente in ugual misura, perchè la faccia superiore del fiore è quasi sempre più vivamente colorata. Solo in pochi casi si riscontra l'antocianina esclusivamente nelle cellule epidermiche della faccia esterna dell'involucro fiorale.

Una così peculiare distribuzione era già nota da tempo, ma a questo riguardo non possiamo accettare l'opinione emessa da qualche autore secondo la quale i pigmenti fiorali che non sono insediati nell'epidermide per lo più non sarebbero di natura antocianica, avendo noi incontrati non pochi casi in cui i medesimi invadevano anche i tessuti profondi e talora anzi occupavano esclusivamente questi ultimi (*Helleborus*, *Begonia*, *Vanda*).

Un modo di distribuzione abbastanza singolare del pigmento si incontra nella *Vanda suavis*, inquantochè questo oltre all'essere distribuito nei tessuti profondi della corolla, presentasi assai spesso raccolto in macchie nella quali appaiono pure dei cloroplasti.

Anche nelle corolle e nei perianzi, in genere, appare assai spesso molto chiaro il rapporto fra la distribuzione ed il decorso delle nervature e la diffusione del pigmento; così ad esempio nel *Dendrobium thyrsiflorum*, (V. fig. 10, Tav. XII) in alcuni *Tropaeolum* (V. fig. 5 e 6, Tav. XII) ed in altre piante l'antocianina accompagna spesso i fasci vascolari per un certo tratto del loro percorso. Nel *Rhododendron hybridum* ed in talune *Azalee* si localizza invece nelle strette maglie circoscritte delle nervature, ma limitatamente alla porzione morfologicamente superiore della corolla, ciò che può, come vedremo più tardi, avere una certa importanza dal punto di vista della statica fiorale. (V. fig. 4, Tav. XII.)

Il presente specchietto vale ad illustrare i casi più comuni di distribuzione del pigmento antocianico nelle corolle e nei perianzi.

TABELLA V.

Distribuzione del pigmento antocianico nelle corolle e nei perianzi.

Numero d'ordine	NOME DELLE PIANTE	Peli esterni	Epidermide esterna	T. ipodermico esterno	Parenchima	Strato vascolare	Parenchima	T. ipodermico interno	Epidermide interna	Peli	*Osservazioni*
1	Cypripedilum sp.	+									
2	Lamium purpureum	+	+						+	+	
3	Epacris		+								
4	Erica		+								
5	Cineraria		+								
6	Tropaeolum								+		
7	Magnolia		+						+		
8	Dianthus		+						+		
9	Diclytra spectabilis		+						+		
10	Hibiscus		+						+		
11	Scilla amoena		+						+		
12	Tulipa		+						+		
13	Camelia		+						+		
14	Cydonia japonica		+						+		
15	Clerodendron		+						+		
16	Corydalis bulbosa		+						+		
17	Azalea indica		+		+		+		+		
18	Muscari comosum		+		+		+		+		
19	Dendrobium tirsiflorum		+		+	+	+		+		
20	Helleborus niger			+							
21	Hyacinthus orientalis			+							
22	Dalechampia			+				+			
23	Echeveria grandiflora			+				+			
24	Begonia floribunda			+	+	+	+	+			
25	Vanda suavis				+		+				
26	Rhododendron hybridum						+				
	TOTALE	2	16	5	5	2	6	3	15	1	

La peculiare distribuzione dell' antocianina negli apparati di adescamento fiorale è certamente in relazione colla funzione staurogamica che ha apportato delle variazioni al tipo di distribuzione del pigmento, quale si incontra ordinariamente negli organi sottili. Però l'influenza della luce e della traspirazione appare quivi pure manifesta, inquan-

tochè il pigmento predilige le faccie del fiore più direttamente colpite dai raggi solari.

Dal punto di vista biologico anche la spata delle aroidee, le brattee colorate della *Salvia Horminum*, della *Poinsettia*, della *Bougainvillaea* vanno considerate come organi vicarianti della corolla; e sarebbe quindi interessante, data appunto la diversa natura dell'organo, di indagare come si trovi negli stessi distribuito il pigmento.

Dalle ricerche che abbiamo fatto nella spata dell'*Anthurium Scherzerianum* si è potuto rilevare che l'antocianina è abbondante, ma è insediata nello strato immediatamente sottostante all'epidermide, mentre nei tessuti meno periferici si localizza al più in qualche cellula, fatta eccezione però per gli elementi circostanti alle camere d'aria, perchè in questi torna a mostrarsi abbondante.

All'opposto nelle brattee di *Salvia Horminum* abbiamo potuto constare nel pigmento una marcata tendenza a portarsi alla periferia dell'organo, essendo ivi raccolta unicamente nelle due epidermidi; lo stesso fatto probabilmente deve aver luogo nelle brattee colorate di *Poinsettia* e *Bougainvillaea* perchè ivi il pigmento è intensamente rosso, il che accenna quasi sempre ad una localizzazione superficialissima, ma a noi non fu dato di poter esaminare queste due piante. Stando però ai risultati ottenuti si può sostenere che negli organi di adescamento in rapporto colla staurogamia, l'antocianina, fatte poche eccezioni, tende a localizzarsi nelle cellule più periferiche siano gli organi in questione dei veri Fillomi fiorali (corolla, perianzio) siano invece delle brattee o delle foglie colorate.

3.° L'antocianina nei frutti, nelle radici, nei pungiglioni e nei viticci.

Pochi dati di un certo interesse ci offrono questi organi dal punto di vista che si è preso in considerazione. In tesi generale vale la regola che il pigmento è contenuto in maggior copia negli strati superficiali vale a dire nell'epidermide e ne gli strati con questa confinanti.

4.° L'antocianina nel caule e nel peduncolo fiorale.

Anche nel caule, l'epidermide e lo strato a questa immediatamente sottoposto rappresentano i tessuti che più vanno soggetti alla colorazione antocianica; però noi vediamo anche spesso il pigmento avanzarsi più o meno profondamente nel tessuto corticale e persino raggiungere, qualche volta, il midollo, i raggi midollari, il libro ed il legno, come risulta dalle seguenti tabelle:

TABELLA VI.

Distribuzione delle antocianine nel caule.

Numero d'ordine	NOME DELLE PIANTE	Peli	Epidermide	Strato ipodermico	Collenchima	Str. Corticali esterni	Str. Corticali interni	Endodermide	Libro	Legno	Raggi midollari	Midollo	*Osservazioni*
1	Salvia coccinea	+	+										
2	Clerodendron speciosum .	+	+										
3	Clerodendron sp.	+	+										
4	Corylus Avellana	+	+	+		+							
5	Fuchsia sp.	+	+	+		+							
6	Lamium purpureum . . .	+	+		+								
7	Iusticia carnea	+	+	+	+								
8	Tilachina	+	+	+		+	+		+				
9	Hieracium		+										
10	Hippuris vulgaris		+										
11	Citrus Aurantium		+										
12	Verbascum sp.		+										
13	Ayuga reptans		+										
14	Lagestrœmia indica . . .		+	+									
15	Lonicera Periclimenum .		+	+									
16	Saccharum officinalis. . .		+	+									
17	Chrysanthemum		+	+									
18	Brassica insularis		+	+									
19	Anemone nemorosa . . .		+	+									
20	Bignonia		+		+								
21	Rosa		+		+								
22	Hedera Helix		+		+								
23	Euphorbia speciosa . . .		+		+								
24	Ceratonia Siliqua		+	+		+							
25	Cornus sanguinea		+	+		+							
26	Quercus		+	+		+			+				
27	Paeonia officinalis		+	+	+	+		+	+	+	+	+	
28	Polygonum Sieboldi . . .		+			+							
29	Hypericum perforatum. .		+		+							+	
30	Stratiotes aloides		+			+				+			
31	Bryonopsis		+							+		+	
32	Calicanthus rubrissimus.				+								
33	Cydonia japonica				+								
34	Sanchezia				+								
35	Sassafras officinalis . . .				+								
36	Galium sp.			+	+								
37	Diclytra spectabilis . . .			+	+								
38	Dioscorea sp.				+								

Continuazione della Tabella VI.

Numero d'ordine	NOME DELLE PIANTE	Poli	Epidermide	Strato ipodermico	Collenchima	Str. Corticali esterni	Str. Corticali interni	Endodermide	Libro	Legno	Raggi midollari	Midollo	*Osservazioni*
	Riporto	8	31	16	15	9	1	1	5	3	1	3	
39	Achyranthes Verschaffelti			+		+	+					+	
40	Cobaea.			+									
41	Humulus Lupulus			+									
42	Gratiola officinalis			+		+							
43	Echeveria grandiflora . .			+									
44	Galipaea ovata			+									
45	Pistacia Terebinthus . . .			+									
46	Anthurium sp.			+		+	+		+				
47	Erythrina cristagalli. . .			+		+	+	+					
48	Cephælis ixoraetolia . . .			+		+	+		+				
49	Centradenia floribunda. .			+		+	+	+			+	+	
50	Tropaeolum					+							
51	Mahonia sp.					+							
52	Cassine Maurocenia . . .					+					+		
53	Tradescantia sp.						+		+	+			
	TOTALE.	8	31	27	15	18	8	3	8	4	3	5	
						26							

TABELLA VII.

Distribuzione delle antocianine nel peduncolo fiorale.

Numero d'ordine	NOME DELLE PIANTE	Poli	Epidermide	Strato ipidermico	Collenchima	St. Corticali esterni	St. Corticali interni	Endodermide	Libro	Legno	Raggi midollari	Midollo	*Osservazioni*
1	Salvia coccinca	+	+										
2	Columnaea.	+	+										
3	Cypripedum longifolium.	+	+										
4	Pentastemum Lindlei . .		+										
5	Tulipa		+										
6	Scilla biflora			+									
7	Hyacinthus orientalis . .			+									
8	Corydalis bulbosa			+	+								
9	Muscari comosum			+		+							
10	Anthurium sp.			+		+	+						
11	Ixora floribunda			+		+	+					+	
12	Taraxacum officinale . .				+								
	TOTALE	3	5	6	2	3	2					1	
						5							

Certo si è che quanto più il tessuto è profondo e sottratto quindi alla luce, tanto più difficilmente contiene antocianina; ma però non mancano i casi in cui l'influenza della radiazione appare poco manifesta, essendo quasi soltanto i tessuti profondi forniti di pigmento.

Il pigmento in generale aumenta di intensità nella colorazione e si presenta anche più abbondantemente diffuso negli strati più superficiali che nei profondi: però anche quando è localizzato nell'epidermide non sempre impregna tutte quante le cellule poichè ad es. nel *Saccharum*, occupa prevalentemente le grandi cellule a pareti ondulate rispettando invece quelle piccole (Zwergzellen, degli autori tedeschi).

Talora poi l'antocianina è distribuita in macchie (*Polygonum*, *Euchomis*), ma a questo proposito giova ricordare che nel *Sassafras officinalis* l'antocianina, sebbene distribuita assai uniformemente nella corteccia, appare allo sguardo dispersa in macchie, poichè nei tratti in cui decorrono i fasci meccanici il colore non si appalesa più alla superficie dell'organo.

La presenza dell'antocianina nei peli non è un fenomeno molto frequente, ma non vi ha di certo incompatibilità tra la presenza di tali organi ed il pigmento. Per lo più quando si hanno due sorta di peli, solo un tipo degli stessi è antocianico (*Clerodendron*).

Il colore dell'antocianina è per lo più rosso, ma nel *Muscari comosum*, nella *Salvia Jantina* è bleu.

Assai singolare è il fatto e non abbastanza chiarito, che i rami del *Cornus sanguinea* i quali in primavera appaiono di color rosso sangue per abbondanza di pigmento, hanno una cuticola assai ispessita e ricoperta di cera, le quali disposizioni, secondo il nostro modo di vedere, male si conciliano colla presenza del pigmento in questione, in quanto che quasi tutte le piante antocianiche si contraddistinguono per una cuticola non esageratamente ispessita. Devesi tuttavia notare a questo proposito che nell'epoca in cui l'antocianina comparisce in un dato ramo non si ha ancora un notevole ispessimento della cuticola.

L'antocianina si accumula frequentemente ai nodi del caule (V. fig. 3, Tav. XII), e ciò forse è in rapporto colla circostanza che ivi si raccolgono temporaneamente i prodotti dell'assimilazione fogliare nel loro movimento di emigrazione delle foglie, fra i quali non mancano le sostanze che hanno parte diretta nella produzione del pigmento.

Degno di nota è il fatto che con abbastanza frequenza l'antocianina si deposita in vicinanza dei fasci vascolari, formando attorno ai medesimi una specie di guaina colorata, oppure presentandosi soltanto al davanti del libro od al di dietro del legno. Tale stato di cose che rispecchia quanto si è osservato nei fillomi, dove, come si è visto, ha

pure luogo la comparsa di nervature colorate in specie lungo i margini e nelle regioni in cui si localizzano gli epitemi (*Pellionia pulchra*), dimostra sempre più che vi ha un nesso tra gli organi destinati al trasporto dell'acqua e di materiali nutritivi e la comparsa del pigmento.

Un tale nesso appare ancora più evidente se si considera che l'antocianina si mostra pure con abbastanza frequenza nel collenchima o attorno a questo tessuto, in specie quando il medesimo forma dei cordoni periferici.

Il collenchima nella sua forma più classica è, in tesi generale, povero di cloroplasti o di altri costituenti solidi, mentre invece ricetta indubbiamente una non indifferente quantità di acqua, la quale poi impregna anche abbondantemente le pareti delle cellule, di guisa che nell'alcool ha luogo una forte contrazione di queste (Cohn). E stato infatti dimostrato che l'acqua contenuta nel collenchima può arrivare fino al 60 per cento, mentre d'ordinario negli altri tessuti si mostra in assai più scarsa quantità (Cohn).

Il collenchima, stando ai lavori di Schwendener, di Ambronn, di Cohn e di altri autori, compirebbe un ufficio meccanico nella biologia del caule in specie se giovane, ma questa non è la sola sua proprietà poichè dagli studi del Cohn e del Bokorny, parrebbe che possa anche funzionare come serbatoio di acqua. L'origine sua, dall'epidermide della *Peperomia*, dove il tessuto acquifero trae appunto origine dall'epidermide, deporrebbe, secondo noi, a favore di una tale ipotesi. Non è per questo tuttavia da considerare come un tessuto eminentemente conduttore d'acqua come vorrebbe il Bokorni. Forse le proprietà di cui gode di attingere acqua con una certa energia dalle altre parti, ed in specie dal sistema vasale, sarebbe in rapporto colla peculiare funzione meccanica cui esso presiede. Ciò è tanto più vero che nelle piante xerofite e in quelle ad arte coltivate in mezzi molto secchi, il collenchima acquista un maggiore sviluppo (Henslow e Kohl) in confronto delle piante cresciute in luoghi umidi.[1]

Stabilito pertanto che il collenchima è un tessuto il quale, se non serve al trasporto dell'acqua come il sistema vascolare, pur tuttavia si presenta riccamente fornito di questo liquido, riuscirà di un certo interesse rilevare come frequentemente il tessuto sia circondato od anche inbevuto di pigmento antocianico, come già venne incidentalmente notato dal Berthold.

---

[1] Il Kohl, al quale dobbiamo i migliori studi che si conoscono sullo sviluppo del collenchima in rapporto colla xerofilia, accenna incidentalmente, e senza dare alcuna importanza al fatto, che nel *Lamium album* coltivato al secco si sviluppa in abbondanza l'antocianina nell'epidermide combinare e si accresce pure il collenchima.

Noi crediamo di insistere su questo punto perchè viene in appoggio alle nostre vedute, e nello stesso tempo faremo osservare che l'associazione del collenchima coll'antocianina non solo è evidente nel caule, ma anche in altri membri della pianta, come ad esempio le foglie, ciò che appare manifesto se si esamina la fig. 1, Tav. XIII rappresentante una porzione della foglia di *Eucalyptus Globulus* nella quale tutto il collenchima marginale contiene dell'antocianina.[1]

5.° L'antocianina nel picciuolo fogliare.

Nel picciuolo fogliare la distribuzione dell'antocianina rispecchia a grandi tratti quanto abbiamo osservato nel caule, però, data l'ineguale esposizione alla luce delle due metà dell'organo e la sottigliezza di questo assai spesso si osserva che dal lato soleggiato, il pigmento invade anche i tessuti meno superficiali (*Primula*, *Fuchsia*). In generale nel picciuolo fogliare si ripete in ogni singola pianta la distribuzione che è propria del caule della stessa, il che ben si comprende qualora si consideri la analogia che passa fra i due organi, e che venne posta in evidenza dagli studi di Delpino, del Potonié (teoria del pericauloma) e di altri autori. Il fenomeno diventa ancor più significante se si tiene conto del fatto che la distribuzione dell'antocianina non si presenta più così uniforme allorchè si mettono fra loro a confronto il caule ed il picciuolo fogliare con altri organi della pianta.

I fatti esposti ci portano a concludere: che l'antocianina occupa per lo più nei differenti membri della pianta una posizione superficiale, sebbene non manchino casi in cui si affonda più o meno nei tessuti; che negli organi di adescamento è quasi costantemente localizzata nell'epidermide; che il pigmento invade spesso alcuni tessuti i quali come il collenchima, il tessuto acquifero, gli idatodi, i fasci vascolari, sono destinati a condurre od a trattenere con una certa energia l'acqua; che infine l'antocianina è spesso localizzata attorno alle camere d'aria sottostanti agli stomi. Noi pertanto siamo autorizzati a ritenere che la presenza di questo pigmento non è soltanto subordinata alle condizioni di luce, alle imperiose necessità della staurogomia e di altri fattori, ma anche, in parte, è in diretto rapporto coi processi della traspirazione.

---

[1] Questa figura che ci venne gentilmente messa a disposizione dal prof. Briosi, trovasi inserita nella Tav. XVI del lavoro che questi ha fatto sull'anatomia delle foglie dell'*Eucalyptus globulus*, in *Atti dell'Ist. Bot. di Pavia*, II Serie, Vol. 2.°, anno 1892.

CAPITOLO IV.

Sulla singolare distribuzione dell'antocianina nelle foglie di *Pelargonium zonale*, di *Medicago maculata*, di alcuni *Polygonum*, dell'*Euphorbia chamaesice* e di altre specie.

Fra le piante che presentano un fogliame più o meno colorato dall'antocianina, il *Pelargonium zonale*, il *Polygonum Hydropiper* ed altre Poligonee, l' *Euphorbia chamaesice* (ed altre Euphorbiacee delle flore urbiche) e la *Medicago maculata*, meritano di fissare l' attenzione in quanto che il pigmento nelle loro foglie, a differenza di quanto avviene d'ordinario, trovasi localizzato in una determinata regione del lembo.

Nel *Pelargonium zonale* ed in molte altre varietà di *Pelargonium*, la regione colorata dell'antocianina forma come una benda semi-circolare più o meno larga che decorre parallela all'orlo del lembo fogliare mantenendosi però ad una distanza di circa 1 centimetro dall'orlo stesso. Solo in alcune varietà decorre alquanto più avvicinata alla parte basale.

Tale zona talora si presenta abbastanza colorata intensamente, tal'altra invece è pallida ed allora mostra dei contorni indecisi e sfumati. Giova però notare che il pigmento per lo più mostra una colorazione viva solo durante la primavera, andando soggetto, allorchè si approssima l'estate, ad una più o meno marcata decolorazione che rende la foglia quasi uniformemente verde.

Nelle differenti foglie di una stessa pianta si notano delle variazioni assai sensibili per quanto concerne l'intensità della colorazione, essendo talune di esse vivamente colorate, altre quasi del tutto verdi.

Il colore rosso non comincia ad apparire che allorquando la fogliolina ha raggiunto un certo sviluppo e quindi noi non possiamo ritenere che tale zona sia dovuta alla persistenza di una colorazione antocianica embrionale.

Lo studio che abbiamo fatto della zona colorata dei *Pelargonium*, seguendo la foglia nelle varie fasi della sua evoluzione, non ci ha portati a notevoli risultati atti a darci la spiegazione di un processo così singolare che ha indubbiamente una causale biologica o fisiologica; solo abbiamo

potuto rilevare per mezzo delle pellicole di collodio [1] che la traspirazione è, nelle foglie, non del tutto evolute, alquanto più intensa nella regione compresa fra la base della foglia e la zona, anzichè al davanti e al sopra di questa. Così pure per mezzo della fotografia, si è potuto stabilire solamente che la regione rossa, assorbe con maggior energia le radiazioni che agiscono sulla carta sensibile, ma questi dati non permettono certamente di risolvere il problema.

Vi ha però un altro fatto che forse vale a portare un po' più di luce sulla questione ed è che in molte varietà di *Pelargonium*, i quali presentano la zona colorata od anche non ne mostrano traccia, tutta quanta la periferia del lembo fogliare è albicata, cominciando la clorofilla ad apparire a circa 1 centimetro di distanza dall'orlo.

Le foglie così caratterizzate presentano, per lo più, un orlo ripiegato in basso e questo fenomeno è dovuto tanto alla minor turgescenza del tessuto quanto ad una probabile differenza nell' intensità di accrescimento della foglia lungo il margine in confronto delle altre regioni, per cui la foglia deve necessariamente ripiegarsi in corrispondenza dell' orlo.

Ora, avendo noi messo in evidenza che molte foglie albicate vanno soggette ad una più o meno marcata colorazione antocianica nella parte priva di clorofilla o al limite della stessa (*Caladium*, *Alternanthera*, ecc.) quasi debba esservi una correlazione tra l'albicazione e la pigmentazione, si potrebbe ritenere che anche nei Pelargonium la colorazione antocianica abbia cominciato ad apparire in quelle varietà che mostravano tendenza ad albicare i margini, formando così una striscia rossa tutt' all' ingiro della foglia ed al di dietro della porzione albicata, e che di poi per condizioni ereditarie, in seguito specialmente all' azione di una coltivazione razionale, il fenomeno cromatico si sia reso stabile ed anche, entro certo limiti, indipendente dalla presenza di un orlo albicato.

Qualunque possa essere il valore e la portata della nostra ipotesi, sta intanto il fatto che nel *Pelargonium zonale* albicato la zona esercita una manifesta influenza inibitrice sopra alcuni processi patologici. Così ad esempio, se si mantiene all' oscuro una pianta di questa specie si vede, dopo alcuni giorni, che tutta quanta la parte più colpita all' albicazione và soggetta ad alterazioni più o meno gravi le quali però si

---

[1] L. Buscalioni e Gino Pollacci, *L'applicazione delle pellicole di collodio allo studio di taluni processi fisiologici nelle piante ed in particolar modo alla traspirazione*, in *Atti del R. Ist. Bot. di Pavia*, anno 1902. Vol. VII.

— *Ulteriori ricerche nell'applicazione delle pellicole di collodio allo studio di alcuni processi fisiologici delle piante ed in particolar modo alla traspirazione*, in *Atti del R. Ist. Bot. di Pavia*, anno 1902. Vol. VII.

arrestano contro la zona antocianica. Lo stesso dicasi per le alterazioni che sono prodotte da un deficiente innaffiamento o da altre cause le quali pure si manifestano dapprima all'orlo fogliare e solo dopo un tempo più o meno lungo riescono ad invadere anche la regione antocianica.

Nel *Polygonum Persicaria* ed in altre specie di *Polygonum*, le foglie bislunghe o lanceolate presentano verso il mezzo una macchia rossa antocianica a contorni nettamente limitati, cuoriforme o foggiata a ferro di lancia colla punta rivolta in avanti.

A qnanto pare le condizioni di esistenza della pianta esercitano una certa influenza sull' intensità della colorazione della macchia in questione, essendo questa mancante o sbiadita nelle piante che vivono nei siti ombrosi, intensamente colorata invece in quella dei siti aperti.

Pare anche che in una stessa pianta si presenti una notevole differenza nell'intensità della colorazione a seconda che le foglie compaiono più o meno precocemente.

Noi abbiamo cercato anche in questo caso di chiarire, per mezzo dell'esperimento, quali sono i fattori che provocano il fenomeno della colorazione, senza ottenere tuttavia risultati molto attendibili, poichè solo si è potuto rilevare che le radiazioni attive sulla carta sensibile al citrato d'argento sono assorbite con maggior energia dalla regione antocianica, in confronto della rimanente porzione del lembo e che forse in detta zona le cellule hanno un' altra costituzione in quanto che si colorano meno in bruno nerastro quando si assoggetti la foglia alla prova dell'amido col metodo del Sachs. Ma tutti questi fatti sono troppo incerti e talora anche incostanti perchè da essi si possa trarre un giudizio.

Se noi però prendiamo in considerazione la storia di sviluppo dei *Polygonum* più comunemente da noi coltivati, troviamo che in molti di essi, le foglie, ed in specie le prime, quando sono in via di sbocciamento, si presentano accortocciate sui margini (prefogliazione revoluta) in modo che espongono alla radiazione solare solamente la parte mediana del lembo, decorrente lungo i bordi della nervatura principale. Questa parte sotto l'azione della luce non tarda ad assumere una colorazione rossa abbastanza viva, come si può osservare in modo molto evidente nel *Polygonum Sieboldi* ed altre *Polygoneae* a grosso fogliame. Ben tosto però la colorazione rossa scompare ed intanto la foglia che ha superato il periodo giovanile si spiega ed inverdisce in tutta la estensione del lembo.

Noi siamo pertanto indotti a ritenere che la presenza della macchia rossa del *Polygonum Persicaria*, del *P. Hydropiper* e di altre specie non

costituisca altro che la persistenza di una condizione di cose diremo così embrionale, dovuto a ciò che la macchia, una volta formatasi, non va più soggetta a scolorazione. Se questa nostra spiegazione vale ad illustrare quali sono le cause che hanno dato origine alla macchia, non valgono tuttavia a chiarirci a riguardo dei momenti particolari che determinano in alcune specie la scomparsa, in altre invece la persistenza del pigmento, i quali fattori sono certamente di indole biologica, non potendosi ammettere che il fenomeno della scomparsa, o viceversa della persistenza, dell'antocianina sia una mera accidentalità.

Per ciò che ha riguardo infine la colorazione dell'*Euphorbia Chamaesyce* e della *Medicago maculata*, nelle quali piante il pigmento appare distribuito pure sotto forma di una macchia interessante la parte mediana del lembo fogliare (*Euphorbia*), oppure localizzata prevalentemente verso la base della stessa (*Medicago*), noi non abbiamo trovato alcun dato che valesse ad informarci sulle cause che hanno determinato lo sviluppo del pigmento. Solo si è potuto osservare, in un caso, che sovrapponendo alla foglia di Medicago una cartina al cobalto (Metodo di Stahl) la traspirazione appariva diversamente intensa nella parte arrossata in confronto di quella verde.

CAPITOLO V.

Lo spettrofotometro Buscalioni applicato allo studio della costituzione fisico-chimica delle antocianine.[1]

Per lo studio di alcune proprietà fisiche delle sostanze solide, ma più o meno trasparenti e dei liquidi colorati, ed in special modo per le ricerche sulla diafanicità di tali sostanze e sulle particolarità spettrali e cromiche che esse presentano, si sogliono usare differenti apparati noti coi nomi di spettrofotometri, di colorimetri, di diafanometri, ecc. ognuno dei quali è di costo alquanto elevato, ciò che può rappresentare un ostacolo al loro acquisto. Onde ovviare ad un tale inconveniente, uno di noi (Buscalioni) ha ideato un apparecchio relativamente poco com-

[1] Quest'apparecchio, nella sua forma più completa, trovasi attualmente in costruzione presso l'Istituto Ottico di H. Krüss (Amburgo).

plicato, e quindi di prezzo abbastanza mite, il quale può servire ad un tempo come diafanometro, come spettrometro, come fotometro, come colorimetro ed anche come misuratore dell'alcalinità ed acidità di un dato liquido. Esso può esser utilmente impiegato sia per l'esame di liquidi, sia per lo studio dei corpi solidi, purchè questi, come ad esempio le foglie, siano dotati di una certa trasparenza.

Allo scopo speciale di studiare l'antocianina dal punto di vista ottico e fisico noi abbiamo fatto costrurre un modello notevolmente semplificato di quest'apparecchio, ed i risultati che abbiamo ottenuto col medesimo, sono stati più che soddisfacenti, di guisa che si è creduto opportuuo di descriverlo per sommi capi, sebbene, come del resto era prevedibile, dai nostri studi non siano venuti in luce nuovi fatti sulla costituzione dell'antocianina, oltre a quelli già stati messi in evidenza da altri Autori.

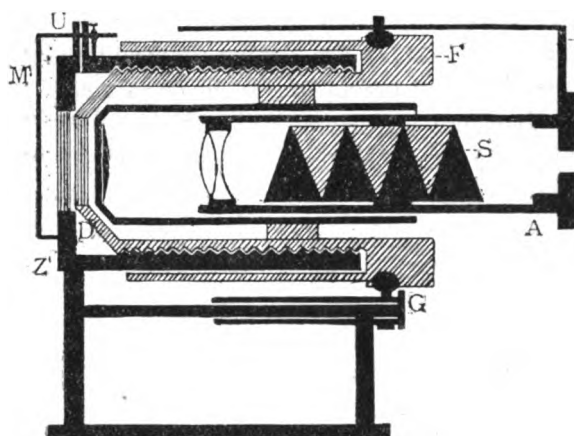



Fig. 1.

Lo spettrofotometro, che tale è il nome del nostro apparecchio, è costituito da un tubo (Z fig. 2) del diam. di circa 2 cent. e lungo 10, è chiuso da una lastra di vetro la cui montatura si avvita al tubo stesso portante incisa sulla superficie esterna una scala divisa in millimetri.

Entro questo tubo se ne inguaina un altro, pure chiuso anteriormente, da un disco di vetro svitabile, il quale può essere spinto a vite più o meno profondamente nella sua guaina, essendo questa fornita di un passo di vite micrometrico. Il tubo interno, dal lato posteriore aperto, porta una specie di manicotto (F) che continua in una camicia o fodera che riveste tutta quanta la porzione graduata del tubo interno ed è munita in corrispondenza dell'orlo libero di una scala graduata divisa in 50 parti. (V. fig. 2.)

Quando il tubo interno è completamente avvitato a quello esterno le due lastre di vetro da cui i tubi sono chiusi anteriormente vengono a trovarsi a perfetto contatto fra loro ed allora l'orlo libero della fodera esterna arriva pure alla 1.ª divisione, cioè allo zero della scala millimetrata incisa sul tubo esterno (Z) ed anzi, a rigor di termine, i due zeri delle due scale graduate si corrispondono.

Se ora si svita il tubo interno, tra le due lastre di vetro si andrà formando una camera d'aria la quale diventerà tanto più ampia quanto più si sarà proceduto allo svitamento. La lunghezza della camera d'aria sarà indicata dal numero delle divisioni del tubo interno che riescono in tal guisa a trovarsi allo scoperto dalla fodera, la quale segue la corsa del tubo interno cui, in realtà aderisce, ed anzi ogni millimetro che si rende visibile indica che la camera d'aria si è ingrandita di una egual misura. Le frazioni di millimetro di spostamento verranno lette sulla gradazione segnata sull'orlo libero della fodera.

La camera d' aria che si va formando in seguito allo svitamento del tubo interno è destinata a ricevere il liquido colorato (antocianine ad es.) che noi sottoponiamo all'esame e che, pel momento, vogliamo supporre debba essere spettroscopico.

Su uno dei lati dell'apparecchio ed in grande vicinanza dell' estremità antero-inferiore, si impianta un perno orizzontale (*B* fig. 2), attraversato da un canale comunicante colla camera d'aria. Il perno dà attacco ad una spranga (*K*) che si dirige obliquamente in alto, decorrendo parallela alla faccia laterale dello strumento, ed arriva fin quasi all' orlo posteriore di questo. Lungo la spranga scorre una cassetta di forma trapezoidale (*N*) (munita di coperchio) sul cui fondo decorre un tubo sottile (*L*). Questo, aperto all' estremità libera, che arriva quasi a contatto della faccia posteriore della cassetta, si innesta nella tubulatura di cui è fornito il perno sopra descritto, di guisa che può stabilirsi una libera comunicazione fra la cassetta e la camera d'aria dell'apparecchio.

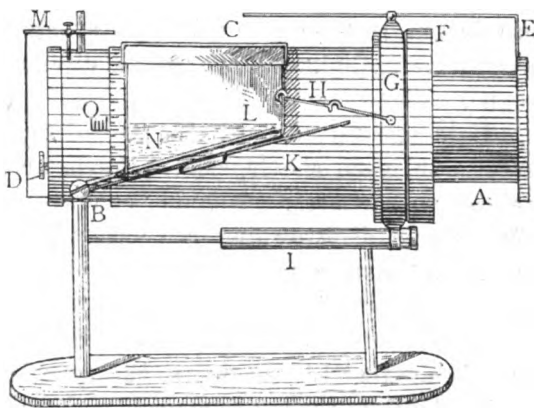



Fig. 2.

La capacità della cassetta deve esser tale, che quando essa sia riempita totalmente col liquido che si vuol esaminare, abbia a fornire una sufficiente quantità di questo alla camera d'aria per riempirla totalmente a misura che si va ingrandendo, mentre all' opposto quando venga riempita solo fino a metà, debba anche solo colmare col liquido colorato la metà inferiore della camera d'aria, qualunque sia la estensione che questa ha acquistato.

Con tutta facilità si ottiene un livello costante nella camera d'aria, obbligando, come è stato detto, la cassetta a scorrere lungo l'asta inclinata che la sorregge, mentre la camera d'aria si va ampliando, presupposto naturalmente che l'inclinazione dell'asta sia tale che l'estremo libero del tubo di scarico (L) arrivi all'altezza del diametro trasversale della camera d'aria e la cassetta possa scorrere liberamente lungo il tubo di scarico, rimanendo questo come ben si comprende, immobile.

Noi abbiamo raggiunto in modo soddisfacentissimo e semplice lo scopo, collegando, per mezzo di una spranga, la cassetta ad un anello (G) che abbraccia il manicotto (F) dell'apparecchio; grazie a questa disposizione quando il tubo interno, in causa dello svitamento, viene a rinculare, trascina pure nel suo movimento la cassetta la quale si sposta scorrendo lungo la spranga e lungo il tubo di scarico (L), mentre nel caso in cui il tubo sopra indicato venga spinto in avanti, anche la cassetta verrà spinta nella stessa direzione e scenderà lungo il sostegno.

Data una tale disposizione se noi regoliamo il riempimento della cassetta in modo che la camera d'aria abbia a trovarsi riempita, sempre solo fino a metà, col liquido colorato, avremo per risultato che uno spettroscopio di Browning a visione diretta (S fig. 1) introdotto dall'apertura posteriore dell'apparato determinerà la comparsa di due spettri sovrapposti, il superiore dei quali corrisponderà a quello normale, l'inferiore sarà invece dato dalla luce che ha attraversato il liquido colorato. L'osservatore che guarda attraverso lo spettroscopio, stando al di dietro dell'apparecchio, potrà in tal guisa confrontare fra loro i due spettri e stabilire così quali radiazioni vengono assorbite dal liquido adoperato.

Per far funzionare l'apparecchio come diafanometro differenziale, si applica al davanti del vetro frontale dello strumento una cassetta contenente un dato liquido, od anche un corpo solido più o meno trasparente (foglie ad es.), disponendolo in modo che esso copra solo la metà superiore dell'apertura dello strumento. Non occorre aggiungere che tanto la cassetta contenente il liquido, quanto l'oggetto, devono esser tenuti in sesto e perciò si è munito l'istrumento di due pinze a pressione (M) simili a quelle che si applicano sui tavolini del microscopio, le quali hanno l'ufficio di premere l'oggetto in esame contro la faccia anteriore dello strumento.

Fissato l'oggetto si riempe la cassetta trapezoidale laterale con un dato liquido colorato e titolato (ad esempio jodio disciolto nel solfuro di carbonio) e si fa entrare questo gradatamente nella camera

d'aria in modo da riempirla completamente, scacciando in pari tempo dall'apertura l'aria contenuta (*U* fig. 1).

Il liquido che penetra nella camera d'aria assorbe le radiazioni luminose e quindi se si fa ingrandire la camera, arriverà un momento che lo spessore del liquido sarà tale che l'occhio dell'osservatore posto dietro dell'istrumento (cui si è tolto lo spettroscopio e sostituito all'occorrenza una lente) vedrà completamente oscurata la metà superiore della camera, per tutto il tratto in cui questa è ricoperta dal liquido o dall'oggetto in esame, mentre la parte inferiore scoperta, apparirà ancora illuminata più o meno e solo diventerà a sua volta oscura del tutto, quando si continui a svitare il tubo interno. Nel momento in cui più nessuna radiazione penetra nello strumento deve aver fine l'esperimento.

Per stabilire ora, in base a questi dati, la quantità di radiazioni che il corpo o il liquido sottoposto all'esame ha assorbito, occorre notare, col sussidio delle scale graduate di cui è fornito lo strumento, quale ampiezza ha raggiunto la camera d'aria nel momento in cui la metà superiore dapprima e l'inferiore di poi della stessa, diventano oscure, e stabilire in seguito, con una proporzione, il rapporto d'intensità fra le radiazioni luminose che hanno attraversato la metà scoperta e quella coperta della camera d'aria.

Lo spettrofotometro permette quindi di stabilire la diafanicità di un dato corpo in rapporto con qualsiasi grado di illuminazione, presupposto naturalmente che questa si mantenga costante finchè dura l'esperienza, il che costituisce un notevole vantaggio su molti strumenti adottati attualmente come diafanometri. Per citare un solo esempio, quello proposto dal Detmer nel suo " Pflanzenphysiologisches Practicum „ il quale come è costrutto e pel modo con cui funziona non può permettere di arrivare a risultati un po' seri, troppo essendo gli errori d'osservazione cui dà luogo.

Nelle misure sulla diafanicità, noi dobbiamo però aver presente che una soluzione colorata diventa tanto meno trasparente quanto più grande è il numero delle molecole di sostanza colorante che essa contiene ed in conseguenza ne deriverà che quanto più grosso è lo strato di liquido nella camera d'aria, altrettanto più energicamente sarà assorbita la radiazione luminosa, sempre presupposto che la concentrazione della sostanza colorante non cambi.

Ammesso pertanto che una data radiazione abbia un potere illuminante $= 1$ e che nel suo passaggio attraverso ad una soluzione colorata dello spessore $= 1$ venga ridotta nella sua intensità ad $\frac{1}{n}$, ne

avverrà che attraversando di poi essa coll' intensità di $\frac{1}{n}$ un secondo strato dello stesso liquido colorato e grosso quanto il precedente, alla uscita avrà solo più il potere $\frac{1}{n} \times \frac{1}{n}$, vale a dire $\frac{1}{n^2}$. Passando quindi attraverso ad un numero x di strati, di pari spessore, dello stesso liquido la luce verrà ridotta nella sua intensità ad un valore pari ad $\frac{1}{nx}$. In altre parole la quantità di luce che attraversa un dato corpo diminuisce secondo una progressione geometrica allorchè lo spessore di questo cresce in proporzione aritmetica (Wüllner-Lehrbuch d. experimental physik e Vogel l. c.).

Noi non possiamo tuttavia passar sotto silenzio innanzi tutto che i risultati si complicano alquanto quando si tratti di far passare la luce attraverso mezzi differentemente colorati, perchè in tal caso l'assorbimento totale si compie secondo altri principi, e secondariamente che l'apparecchio riesce lievemente difettoso quando si debba far uso od esaminare delle soluzioni spettroscopicamente monocromatiche perchè esse non assorbono con eguale misura tutte quante le radiazioni dello spettro ma si lasciano attraversare più facilmente da quelle che determinano la colorazione stessa della soluzione. Così ad esempio faremo osservare che se si confrontano fra loro due soluzioni monocromatiche, l'una delle quali sia gialla, l'altra bleu e il liquido utilizzato per estinguere le radiazioni che hanno attraversato le sopra citate soluzioni è bleu, si ottiene, a parità di condizioni, un più rapido assorbimento per parte della soluzione gialla in confronto di quella bleu.

Malgrado questo inconveniente l'apparecchio è praticamente utile, tanto più che d'ordinario si hanno da esaminare e da impiegare liquidi o sostanze quasi mai monocromatiche, per cui l'errore riesce notevolmente attenuato.[1]

Se si vuole fare funzionare l'apparecchio come colorimetro basta collocare, entro apposita cassettina di vetro, uno dei liquidi che si vuole esaminare al davanti della metà superiore del vetro che chiude anteriormente lo strumento e poscia versare l'altro liquido di confronto nella cassetta laterale in modo da riempirla solo fino a metà per richiamarlo di poi, a poco a poco, nella metà inferiore della camera di aria mediante lo svitamento del tubo interno, avendo cura di tralasciare di svitare nel momento in cui i due liquidi appaiono di tinta

---

[1] Nello strumento completo molti di questi errori sono eliminati, essendosi allo stesso applicato l'apparecchio spettrofotometrico di Glahn.

ugualmente densa. Dalla differenza di spessore che devono avere le due soluzioni perchè presentino le stesse intensità di tinta si può facilmente calcolare il valore colorimetrico relativo delle sostanze prese in esame.

Infine se occorre impiegare l'apparato come misuratore dell'acidità, rispettivamente dell'alcalinità, delle sostanze coloranti, devesi riempire prima la camera d'aria totalmente colle sostanze destinate ad essere saggiate e poscia far venire a contatto di questa una soluzione titolata (piuttosto allungata) di un acido o di un alcali che verrà all'uopo versato nella cassetta trapezoidale.

La soluzione titolata deve venir a contatto, a goccia a goccia, col liquido colorato; per ottenere un tale risultato si è introdotto nel perno che sostiene l'asta inclinata, una specie di punteruolo scanalato da una parte, il quale quando venga opportunamente fatto rotare sul proprio asse intercetta o stabilisce la comunicazione fra la cassetta e la camera d'aria, essendo possibile il passaggio dei liquidi dall'una all'altra solo nel momento in cui la scanalatura viene a trovarsi di fronte al tubo di scarico (*L*). Manovrando colle dovute cautele il punteruolo, mentre si svita il tubo interno si riesce facilmente a far penetrare, a goccia a goccia, il reattivo nella camera d'aria nella quale non tarda a mescolarsi intimamente colla soluzione, cui deve cambiar colore allorchè ha neutralizzato la sua alcalinità, o rispettivamente la sua acidità. La mescolanza dei due liquidi riesce tuttavia più prontamente ottenuta per mezzo di un agitatore pescante nel liquido ed indicato con *D* nella fig. 1 che ne rappresenta solo la sezione.

CAPITOLO VI.

Sulla forma e sulla struttura delle cellule antocianiche.

Le presenti ricerche, estese tanto agli organi completamente evoluti quanto a quelli ancora in corso di sviluppo, hanno lo scopo di investigare le modificazioni che avvengono nella forma e nella struttura delle cellule di un dato tessuto a seconda che le stesse sono antocianiche o prive di pigmento. Riguardo a questo problema già abbiamo fatto rilevare, nella seconda parte del lavoro, come si abbiano troppo incomplete osservazioni, essendo stato l'argomento trattato in modo molto superficiale, e anzi, oseremo dire, incidentale dai nostri predecessori.

A) **Organi adulti.**

Anthurium sp. La spata in talune varietà è bianca, rossa invece in altre. Ora nelle spate bianche che abbiamo esaminate si è trovato che le cellule epidermiche, nelle quali talora si presentano, in via eccezionale, delle traccie di antocianina, sono più grandi di quelle omologhe delle spate fortemente colorate in rosso.

Lactuca sativa (varietà bruna d'inverno). Le foglie, e specialmente quelle che crescono in luoghi soleggiati, si presentano arrossate sopra una più o meno grande estensione del lembo. Il pigmento è diffuso in talune cellule epidermiche le quali hanno forma differente da quelle che sono prive di antocianina. Infatti mentre queste ultime sono grandi e presentano dei contorni molto ondulati, nella parte rossa sono piuttosto rettangolari o debolmente sinuose. Gli stomi sono ugualmente sviluppati nelle due regioni e le cellule stomatiche, come di solito, prive di pigmento.

Justicia riviniaefolia. Al di sotto dei nodi, nella parte più elevata dei rami, si incontra un leggero rigonfiamento costituito da un tessuto più molle delle rimanenti parti dell'internodio. L'esame microscopico permette di rilevare che l'antocianina è localizzata nel tessuto epidermico e nello strato sottostante della regione ingrossata e che le cellule epidermiche sono ivi alquanto più piccole che nelle altre parti del caule. (Tav. XII, fig. 3, Tav. XIV, fig. 13, 14.)

Higgensia sp. Le foglie sono screziate di rosso, di verde e di bianco. Per lo più il colore rosso è limitato alla periferia della regione albicata od anche invade quest'ultima più o meno completamente. Siffatte differenze di costituzione del parenchima fogliare, determinano, come già ebbero a rilevare il Bonnier, il Pantanelli ed altri autori, delle profonde modificazioni nello sviluppo fogliare, essendo le parti albicate soggette ad un accrescimento più limitato, per cui la foglia diventa dissimetrica.

Anche qui l'osservazione microscopica permette di rilevare una differente forma e grandezza nelle cellule delle parti verdi in confronto di quelle rosso-bianche. Il fenomeno appare particolarmente manifesto col sussidio della camera lucida, si disegnano le impronte delle epidermidi fogliare che si ottengono col sussidio delle pellicole di collodio.

Phlox Drummondii. Nelle varietà screziate di rosso e di bianco si può constatare una differente costituzione nelle cellule epidermiche diversamente colorate.

Salvia Horminum. Il fusto di questa graziosa pianta ornamentale termina con un ciuffo di brattee le quali nelle differenti varietà mostrano diversa colorazione, potendo essere di color bianco, oppure roseo od anche infine azzurro carico. A quanto pare, tali organi avrebbero lo ufficio di attirare gli insetti sui fiori poco vistosi, e noi faremo infatti osservare che le brattee colorate cominciano a mostrarsi allorchè sbocciano i fiori inferiori.

Se si seziona una brattea bleu si osserva che il colore è diffuso nelle due epidermidi e nei peli, mentre le cellule del mesofillo sono povere di contenuto, ad eccezione di quelle addossate alle nervature perchè ivi si presenta più o meno abbondante la clorofilla. Non vi ha inoltre distinzione fra palizzata e tessuto lacunoso, essendo pressochè tutte le cellule del parenchima di egual forma.

Nelle brattee rosse si nota la stessa distribuzione del pigmento antocianico e della clorofilla, ma quest'ultima si presenta a quanto pare in maggior copia. Quelle cellule del parenchima che sono poco ricche di contenuto, si mostrano piccole e poco turgescenti.

Infine nelle brattee bianche manca quasi del tutto la clorofilla, e solo si incontrano degli speciali corpuscoli di aspetto grigio opaco in molte cellule del parenchima.

Dallo studio che abbiamo fatto dell'epidermide nelle tre varietà di brattee si è potuto dimostrare che la presenza dell'antocianina va congiunta a modificazioni di forma nelle cellule epidermiche, poichè queste sono assai piccole nelle brattee bianche, più grandi in quelle rosse, grandissime infine nelle brattee bleu.

Coleus. Le molte varietà e specie coltivate di questo genere altamente ornamentale, sviluppano delle foglie variamente colorate, essendo talora screziate di bianco, di giallastro, di rosso e di verde, oppure semplicemente cosparse di macchie di color rosso cupo su un fondo colorato in verde. Quando la foglia è ad un tempo bianca, rossa e verde, i tre colori sono spesso distribuiti con una certa simmetria da ambo i lati della nervatura mediana, mentre quando si hanno solo macchie rosse, queste quasi sempre appaiono irregolarmente sparse in tutta l'estensione del lembo fogliare. In talune specie da noi studiate, il colore risiedeva unicamente sulla pagina inferiore, ed in questo caso, od invadeva gran parte del lembo, oppure si mostrava distribuito sotto forma di piccole macchie. Infine abbiamo pure esaminato dei tipi a foglie colorate sulle due faccie nelle quali però le macchie della faccia inferiore non erano esattamente sottoposte a quelle della superiore.

Dalle numerose osservazioni che abbiamo fatte su queste piante si è potuto verificare che le cellule epidermiche nelle zone diversamente

colorate mostrano delle variazioni nella struttura. Per lo più le zone rosse, quando queste sono localizzate sulla faccia superiore, portano un maggior numero di stomi i quali però sono assai spesso incompletamente sviluppati. Ma a prescindere da questo dato che non ha molta importanza per la questione che ci interessa, troviamo pure che le cellule epidermiche in corrispondenza delle macchie, mostrano un contorno meno ondulato e sono più tipicamente conformate a papille e più piccole di quelle sovrapposte alle regioni di color verde.[1] (V. fig. 5, 6, 8 e 9, Tav. XIV.)

Molto chiaramente si riesce a rilevare queste particolarità di struttura ricorrendo al sistema delle pellicole di collodio,[2] poichè l'impronta che si ottiene dell'epidermide con questo processo presentasi diversamente costituita nelle parti verdi e rosse. Le regioni arrossate danno in generale, un'impronta alquanto opaca e torbida, il quale fenomeno è dovuto a differenze strutturali delle cellule ed in ispecie alla comparsa di papille e di rugosità (V. Tav. XIV, fig. 8) e non già, salvo casi eccezionali, a più intensa traspirazione delle parti antocianiche.

Cypripedium longifolium. Nella cavità del labello le cellule più riccamente fornite di antocianina, localizzate prevalentemente in vicinanza delle nervature, hanno differente forma e grandezza di quelle meno ricche di pigmento, od anco incolore.

Pelargonium zonale. Nelle foglie fornite di un orlo bianco si osserva che è differente la forma delle cellule epidermiche se si confrontano fra loro le regioni albicate o rosse e quelle verdi della pagina superiore del lembo. La differenza concerne sia l'ondulazione delle parti e sia la grandezza degli elementi. (V. Tav. XIV, fig. 2, 3, 4.) Bisogna però notare che l'antocianina nelle parti rosse non risiede nell'epidermide, ma nelle cellule del palizzata, le quali nella zona rossa sono meno fornite di clorofilla. Se havvi quindi fra la forma delle cellule epidermiche e la presenza dell'antocianina un certo rapporto, questo nei *Pelargonium* deve solo essere indiretto.

Anche l'altezza delle cellule è differente nelle tre regioni: così le cellule dell'epidermide superiore raggiungono 20-24 μ di altezza nella parte verde, 20-23 nel rosso e 18-20 nel bianco; mentre le cellule del palizzata hanno nelle stesse regioni rispettivamente la lunghezza di 36-40, 38-46, 30-35.

---

[1] Stenstrom (Flora, 1895) attribuisce la forma papillosa dell'epidermide alla presenza di sostanze fortemente osmotiche. Vedi anche in proposito il lavoro di Lesage (*Rev. Gen. Bot.*, 1890).

[2] V. L. Buscalioni e G. Pollacci, l. c.

Azalea indica. La colorazione è più viva sulla faccia interna e morfologicamente superiore della corolla, in confronto dell'inferiore e quivi le cellule epidermiche sono anche più piccole.

B) Organi in via di accrescimento.

Jasminum nudiflorum. Nei fiori in via di sbocciamento l'antocianina si presenta irregolarmente distribuita nelle differenti cellule epidermiche, mancando in molte di esse. Ora se si disegna la struttura del tessuto epidermico, valendosi all'uopo della camera lucida, si riconosce che le cellule prive di antocianina sono più piccole di quelle riccamente fornite di pigmento. Questi fatti appaiono molto evidenti nella porzione della corolla che nel fiore giovane rimane a lungo ricoperta dal calice. (V. fig. 7, Tav. XIV.)

Populus alba. Le foglie che hanno raggiunto un certo grado di accrescimento, mostransi ancora colorate in rosso verso la regione basale, mentre hanno di già acquistato il color verde normale in corrispondenza dell'apice. Ora colle pellicole di collodio si può constatare che la parte rossa è meno avanzata nello sviluppo di quella verde essendo essa costituita da cellule più piccole.

Heterocentron subtriplinervium (Melastomacee). L'antocianina, nelle foglie non completamente evolute, persiste a lungo nella regione basale del lembo, per cui solo la porzione apicale e mediana di questo appare verde. Anche qui colle pellicole di collodio non solo si può riconoscere che le cellule della porzione rossa sono più giovani, ma sibbene ancora che esse sono delimitate da pareti a decorso pianeggiante, mentre ondulate appaiono quelle dell'apice. Noi aggiungeremo infine che gli stomi si trovano in via di sviluppo nella parte rossa, completamente evoluti invece in quella verde, ciò che determina una minor traspirazione in corrispondenza della base fogliare, come si può dimostrare colle pellicole di collodio che si intorbidano soltanto sopra la regione verde.

Hakea. Anche in questo genere l'accrescimento delle foglie è basipeto e va di pari passo colla scomparsa dell'antocianina, la quale perciò persiste più a lungo localizzata alla base della foglia.

Ampelopsis hederacea. La presenza dell'antocianina nella regione basale delle foglie in via di accrescimento è collegata collo sviluppo meno inoltrato delle cellule di tale regione in confronto dell'apice.

Fuchsia. Anche qui appare molto evidente che l'antocianina persiste più a lungo nella parte basale delle foglie giovani, perchè ivi l'accrescimento dura più a lungo.

Acacia sp. Lo sviluppo delle foglie è basipeto e l'antocianina scompare pure in modo basipeto.

Lagerstroemia indica. Le foglie in via di sviluppo sono verdi all'apice, rosse alla base. Questa regione mostrasi più lenta nello sviluppo.

Cornus sp. Le foglie raggiunto che hanno la metà della loro grandezza ordinaria si mostrano verdi soltanto all'apice, essendo la regione basale ancora riccamente antocianica. Il color rosso è particolarmente vivo nella regione mediana della foglia e sui bordi. Colle pellicole di collodio si può rilevare che le cellule delle parti più vivamente colorate in rosso sono anche le più giovani e quindi più piccole.

Aster sp. Abbiamo notato che nelle foglie quasi completamente evolute l'antocianina si mostra ancora presente sui bordi, dove però scompare in vicinanza dell'apice fogliare. La parte rossa, saggiata colle pellicole di collodio, mostrasi rivestita di un epidermide a cellule più piccole e meno evolute che nelle altre parti. (V. fig. 4, 5, Tav. XI.) Pressochè analoghi fatti si osservano nelle giovani foglie di *Cobaea scandens.* (V. fig. 11, 12, Tav. XIV.)

Pellionia pulchra. I giovani fillomi contengono dell'antocianina nello strato ipodermico, sebbene però non tutte le cellule di questo strato ne vadano fornite. Se si confrontano ora fra loro le cellule antocianiche e quelle prive di pigmento, si nota che gli elementi incolori sono un po' più piccoli di quelli rossi.

I fatti rilevati in questa lunga rassegna, nella quale si sono presi in esame svariatissimi organi ed in diverso stadio evolutivo, ci permettono di trarre alcune conclusioni non del tutto, osiamo sperare, prive di interesse.

Innanzi tutto appare manifesto che vi ha un intimo legame fra il grado di sviluppo di una parte e la presenza dell'antocianina, in quanto che si è potuto dimostrare che in moltissime foglie, a seconda che l'accrescimento è basipeto, basifugo o misto, anche la scomparsa del pigmento antocianico va di pari passo col senso dell'evoluzione ed avviene quindi in modo basipeto, basifugo o misto.

Dal semplice esame, pertanto, della distribuzione dell' antocianina nelle foglie in via di sviluppo, noi possiamo trarre dei criteri sul modo con cui la loro evoluzione si compie. Sotto questo punto di vista sono particolarmente interessanti certi *Aster*, poichè negli stessi si è visto che l'accrescimento fogliare si continua ancora nei bordi quando già ha abbandonato le altri parti della foglia.

Lo studio delle parti adulte, nelle quali l'antocianina non è uniformemente distribuita, ma occupa solo, saltuariamente, talune cellule, ci ha permesso pure di constatare che, salvo poche eccezioni, le cellule

rosse per antocianina si mostrano più piccole di quelle prive di pigmento ed in generale hanno pareti a decorso meno ondulato e forse anche presentano diverso ispessimento e diversa costituzione.[1]

L'unica spiegazione plausibile che può darsi di questi fenomeni si è quella di ritenere che nelle cellule antocianiche, i momenti osmotici e le condizioni di accrescimento, abbiano esplicata un'azione alquanto differente in confronto con quanto avviene nelle cellule prive di pigmento.

Il nostro concetto, riescirà forse più manifesto quando avremo discusso la questione relativa alla pressione osmotica nelle cellule antocianiche; qui noi ci limitiamo ad osservare che forse la minor grandezza delle cellule potrebbe esser in rapporto col fatto che, a parità di spessore, un cilindro presenta tanta maggior resistenza alla pressione interna quanto più ha un calibro piccolo. Non si può però negare che altri momenti possano intervenire in causa, per determinare un arresto nello sviluppo di tali elementi, quali ad esempio una modificata nutrizione, una traspirazione meno accentuata ed altre cause.

I cambiamenti di forma avvengono quasi sempre nelle cellule stesse del tessuto che contiene l'antocianina (per lo più si tratta di epidermidi), ma noi abbiamo imparato a conoscere alcuni casi in cui le modificazioni sia di forma che di struttura possono anche localizzarsi in tessuti sottoposti o sovrapposti a quelli contenenti il pigmento (foglie di *Pelargonium* e di *Maranta roseo-picta,* brattee di *Salvia Horminum*, ecc.). Egli è perciò duopo notare che in alcuni di questi casi il rapporto tra la presenza dell'antocianina e le modificazioni dei contenuti cellulari è ancor meno chiaro ed anzi non si può escludere del tutto che speciali cause intervengano per provocare i cambiamenti indicati, e forse per produrre ad un tempo tanto questi, quanto la colorazione.

[1] In generale le condizioni xerofitiche determinano modificazioni analoghe a quelle presenti nelle cellule antocianiche, poichè nelle piante dei luoghi asciutti, l'epidermide difetta di cellule a contorno ondulato.

CAPITOLO VII.

Costituzione delle cellule antocianiche.

Il presente capitolo è stato, suddiviso in due parti. Nella prima tratteremo della costituzione istologica delle cellule antocianiche, e siccome questo argomento fu già discusso in modo abbastanza esauriente dai nostri predecessori (Pfeffer, Wigaud ed altri Autori), noi ci soffermeremo unicamente a rilevare alcune particolarità istologiche per trattare più ampiamente di una reazione microchimica la quale ci permette, nei casi dubbi, di stabilire la presenza dell' antocianina e di distinguere questo pigmento da molte altre sostanze affini all'antocianina, colle quali questa può trovarsi commista. Nella seconda 'parte rivolgeremo invece la nostra attenzione ai rapporti svariatissimi che l'antocianina contrae coi differenti prodotti dell'attività cellulare, allo scopo di estendere le ricerche che sullo stesso argomento hanno già fatto il Reinke, l'Overton, lo Stahl, molte delle quali non sempre s' accordano coi nostri risultati.

A) Caratteri istologici e microchimici delle cellule antocianiche.

Il pigmento antocianico si presenta distribuito in modo così uniforme nelle varie cellule delle differenti piante, che ben poco si può aggiungere alle osservazioni dei nostri predecessori. Noi crediamo tuttavìa utile di ricordare che la presenza di antocianina raccolta in granuli o in cristalli è più frequente di quanto si ammetta; che in taluni casi il pigmento mostrasi costituito da finissimi granuli racchiusi in una massa fondamentale più o meno colorata: e che infine in uno stesso tessuto l'antocianina può presentarsi nelle differenti cellule con diversa costituzione chimica, come ce ne offre un esempio molto evidente la foglia di *Gesneria hybrida* i cui peli sono costituiti da parecchi articoli sovrapposti e variamente colorati, essendo talune cellule bleu altre rosse.

Un reperto abbastanza originale ci viene fornito dalle foglie di *Saxifraga crassifolia.* In questa pianta l'antocianina si conserva abbastanza in buone condizioni anche durante i rigori invernali, malgrado che la maggior parte delle foglie, nelle quali sta appunto raccolto il pigmento, siano destinate ad andare lentamente distrutte.

Le masse antocianiche, raccolte per lo più nel centro della cellula e circondate da uno strato plasmico i cui cloroplasti si mostrano, a quanto pare, meglio conservati di quelli che non si trovano protetti dal pigmento, — presentano la particolarità di trasformarsi, quando vengano trattate coll'acqua di Iavelle in masse giallo-brune nelle quali appare evidente uno strato periferico più grosso e più colorato, simulante quasi una membrana. Questa struttura non venne più da noi riscontrata in molte altre piante che abbiamo sottoposto, nello stesso periodo dell'anno, ad un analogo trattamento (*Tradescantia*, *Maranta,* ecc.).

Di gran lunga più interessanti sono le osservazioni, d'indole microchimica, che abbiamo fatto sul pigmento antocianico, poichè dalle stesse siamo riusciti ad ottenere alcuni dati che valgono a distinguere questa sostanza da altre affini, quali sono i flobafeni, le carotine, i pigmenti delle alghe rosse, ecc. Fra i reattivi che ci hanno dato i migliori risultati segnaleremo la nicotina, la quale va adoperata in soluzione piuttosto diluita, in guisa da aversi un liquido colorato in giallo pagliarino ricordante la tinta della birra (tipo Pilsen). In questo liquido si devono tuffare, per pochi minuti, le sezioni o i lembi di tessuti contenenti pigmenti, i quali, a seconda della loro natura, vanno soggetti alle seguenti modificazioni di colorazione che qui indicheremo per sommi capi.

Dahlia variabilis (corolla). Il succo rosso si colora in bleu e si scioglie nel reattivo.

Salvia splendes (corolla). Il succo rosso diventa violetto.

Tropaeolum majus. Il succo rosso dei fiori diventa bruno gialliccio.

Tradescantia discolor (foglie). Il succo rosso delle cellule epidermiche assume una colorazione verdastra sulla quale le cellule stomatiche spiccano assai per il loro contenuto ingiallito.

Cissus (foglie arrossate all'autunno). Il succo inverdisce. Le bacche trattate collo stesso reattivo assumono un'identica tinta, mentre nelle condizioni normali appaiono di color bleu-violaceo.

Lagerstroemia indica. Le foglie, nell'autunno, assumono una colorazione rossa per la presenza dell'antocianina nel palizzata. La nicotina provoca in questo la comparsa di una colorazione verde grigiastra che contrasta singolarmente col contenuto ingiallito delle cellule epidermiche.

Chrysanthemum sp. Il succo rosso cupo dei fiori si fa verde.

Torenia Fournieri. Il succo bleu dei fiori assume una tinta verdognola.

Vicia Faba (nettari estranuziali). Il contenuto cellulare bruniccio diventa di un colore più oscuro, ma la tinta fondamentale non riesce alterata.

Verbena hybrida. La tinta bleu violetto dei fiori diventa verde.

Pentastemom sp. Il colore violetto dei fiori si fa bleu.

Canna indica (foglie rosse). Il contenuto cellulare assume una tinta bleu.

Ruellia sp. (fiori bleu). Il colore passa al verde.

Fuchsia sp. (fiori bleu). Le cellule antocianiche assumono una tinta verde.

Scheeria mexicana. Si ha inverdimento dei fiori bleu.

Hibiscus sinensis. Il fiore rosso assume una bella tinta bleu.

Convolvulus bicolor. La tinta rossa del fiore passa al bleu.

Pelargonium zonale. I fiori rossi diventano bleu.

Risulta dal presente specchietto che assai spesso le antocianine di color rosso (*Tradescantia, Lagerstroemia, Cissus, Chrysathemum,* ecc.) assumono una colorazione verde sotto l'azione del reattivo e tale è pure la tinta che acquistano molte antocianine colorate diversamente dal rosso. In non pochi casi, invece del verde, si ottiene il bleu (*Dahlia, Pentastemom, Canna, Hibiscus,* ecc.), od il bruno giallo (*Tropaeolum*) o il violetto (*Salvia*), ma queste ultime colorazioni appaiono meno di frequente.

Si deve quindi ammettere che non vi ha correlazione tra il colore originario dell'antocianina e quello assunto dopo l'azione del reattivo, il che indica che l'acquistare piuttosto una tinta che un'altra dipende dalla natura delle sostanze che accompagnano l'antocianina e fors'anco dalla costituzione stessa di questo pigmento. Il cambiamento di colore è dovuto alla costituzione basica del reattivo, [1] ma forse anche altre cause intervengono per provocarlo.

Allo scopo di poter stabilire se la nicotina possa servire come reattivo diagnostico per l'antocianina noi abbiamo fatto agire lo stesso liquido sopra altri pigmenti delle cellule, ottenendo dei risultati che ci inducono a ritenere che la nicotina sia realmente un ottimo reagente dell'antocianina a causa delle modificazioni di tinta abbastanza caratteristiche che determina nella stessa.

Infatti nella *Portulaca grandiflora* a fiori colorati da un pigmento rosso e giallo e probabilmente di natura alquanto differente dall'antocianina, non si ottenne cambiamento di sorta nella tinta sotto l'azione della nicotina. Lo stesso fatto si è potuto verificare saggiando il pigmento giallo delle foglie autunnali (eziolina) di *Acer,* i plastidi colorati in giallo dell'*Amaryllis flava* e del frutto di *Cucurbita maxima,* il contenuto giallo dei fiori di alcune varietà di *Dahlia,* i plastidi rossi dei

---

[1] Coll'aggiunta di acidi non si hanno più, infatti, le reazioni caratteristiche.

peperoni di Cajenna, i cromoplasti gialli della *Tigridia paronia*, il pigmento di alcune *Floridee*, e quello che provoca la colorazione rosso bruna nelle Conifere all'approssimarsi dell'inverno, ed infine i flobafeni contenuti nelle membrane di molte specie di piante ed i cromoplasti rossi delle Selaginelle sottoposte ai rigori invernali.

Noi aggiungeremo ancora che la colorazione bruna rossastra assunta dai pigmenti di *Tropaeolum* e di *Vicia Faba* è per se stessa un indizio che esiste una notevole differenza di costituzione nel pigmento, il quale non sarebbe già da considerarsi come una antocianina genuina. Ad un'analoga conclusione vennero altri Autori, almeno per ciò che concerne il pigmento dei nettari estrafiorali della *Vicia Faba*.

È logico pertanto concludere che la nicotina, in soluzione diluita, senza essere un reattivo, diremo così, specifico delle antocianine, vale ciò non di meno assai meglio di molti altri a caratterizzare queste sostanze, non provocando un cambiamento di sorta nella colorazione in quei pigmenti che hanno natura differente di quelle dell'antocianina (flobafeni, clorofilla, ecc.), oppure provocando solo una colorazione brunastra in quelle sostanze che sono molte affini all'antocianina, mentre queste per lo più vengono ad assumere una tinta bleu o verdastra.

Oltre ai reattivi, segnalati nella seconda parte del presente lavoro come atti a svelarci il pigmento antocianico, noi dobbiamo dunque aggiungere la nicotina.[1]

B) Rapporti delle antocianine con alcuni costituenti delle cellule.

I diversi inclusi di una cellula, siano essi solidi o liquidi, rappresentano il prodotto dell'attività delle stesse cellule o di quelle vicine, di guisa che a giusto titolo si può paragonare la cellula ad un piccolo laboratorio chimico nel quale si elaborano i più svariati composti. Ma una data cellula non può preparare indifferentemente qualsiasi prodotto, e noi quindi vediamo manifesta anche negli elementi cellulari del regno vegetale la tendenza alla specializzazione, la quale trova il più alto grado della sua espressione nei tessuti dell'uomo e degli animali superiori dove la cellula secretrice, le cellule nervose e la muscolare, per citare pochi esempi, dirigono tutti quanti i loro sforzi al conseguimento di un solo fine, che è nell'una la secrezione di un dato prodotto,

[1] Forse potrebbero dare preziosi ragguagli sulla natura dei differenti pigmenti, anche gli ossidi metallici (ossido di zinco, di argento, ecc.) poichè questi colle antocianine danno delle colorazioni che variano dal colore rosso al bleu.

nell'altra la conducibilità e l'elaborazione delle eccitazioni, nella terza infine il movimento e la contrazione.

Sarebbe pertanto di grandissimo interesse studiare per ogni singola cellula e per ogni singolo tessuto quali siano i prodotti principali della sua attività, e come la presenza di alcuni di questi, escluda o, all'opposto, reclami l'intervento di altri, perchè le conclusioni che da una tale investigazione potrebbero emergere, porterebbero molta luce nella biologia e fisiologia cellulare. Pur troppo però attualmente siamo ancor ben lontani dal poter condurre a termine una ricerca simile a causa delle incomplete cognizioni che si hanno sulla chimica fisiologica dell'elemento cellulare.

Un tentativo di questo genere venne da noi fatto per ciò che ha attinenza all'antocianina e noi riassumiamo qui i principali risultati che dallo stesso sono emersi, non senza prima aver fatto però rilevare che colle nostre esperienze il problema è stato appena abbozzato.

a) Rapporto delle antocianine colla clorofilla. — Le antocianine molto spesso si trovano in cellule e tessuti albicati e l'esempio più classico di questo genere ci viene offerto dalla grande maggioranza dei fiori e da talune foglie ornamentali *(Higginsia)*, il che indurrebbe a pensare che le due sostanze possano stare indipendenti l'una dall'altra, sebbene l'antocianina derivi da alcuni prodotti dell'attività clorofilliana. Non mancano però i casi in cui i due pigmenti sono associati in una data cellula ed anzi si osserva talora che per la rispettiva distribuzione dei due pigmenti nella cellula, l'antocianina può servire di schermo protettore alla clorofilla, come appare evidente in molte cellule foggiate a papilla e negli elementi a palizzata delle foglie di *Mahonia* poichè ivi l'antocianina occupa la porzione più esterna o superficiale dell'elemento, la clorofilla invece il lato profondo.

b) Rapporti delle antocianine cogli oli, coi cristalli, colle mucilaggini, cogli acidi, ecc. — Alcune volte abbiamo riscontrato delle cellule antocianiche contenenti dei globuli di natura grassa (bacche di *Aucuba japonica*), oppure dei cristalli di ossalato di calcio (frutti di *Cydonia japonica*, foglie di *Canna* v. rossa), ma un rapporto diretto pare che non esista fra queste differenti sostanze, mentre per quanto concerne le mucilaggini si può affermare che nella grande maggioranza dei casi, la presenza di questa va di rado associata alle antocianine, come può facilmente rilevarsi nelle piante grasse[1] e nella *Lagerstroemia*

[1] Alcune di queste, sottoposte a bruschi cambiamenti di temperatura arrossano leggermente, ma il colore si localizza negli strati più superficiali, per lo più poveri di mucilaggine.

indica le cui cellule mucilagginose disseminate in mezzo al tessuto arrossato delle foglie autunnali non contengono pigmento. Forse invece si verifica il fenomeno opposto se si considera il rapporto dell'antocianina cogli acidi organici, inquantochè non infrequentemente i tessuti che contengono l'una mostrano spesso traccie degli altri. Basta ricordare che l'antocianina rossa è tale per la sua natura acida, e che le varietà di mele acide per la presenza di acido ossalico sono anche per lo più caratterizzate da una tinta rossa per la comparsa dell'antocianina nell'epidermide e che lo stesso fenomeno si verifica nelle foglie di talune *Oxalis*.

c) Rapporti dell'antocianina col tannino. — Molto più manifesti appaiono i rapporti tra l'antocianina ed il tannino, essendo stato indubbiamente dimostrato che la prima deriva dall'ossidazione di taluni corpi appartenenti alla classe delle sostanze tanniche o dei tannoidi.

Però, malgrado il nesso genetico, non si può sempre affermare che la presenza dell'antocianina implichi necessariamente anche quella del tannino. Noi troviamo, è vero, moltissimi esempi in cui le cellule antocianiche sono pure ricche di tannino, come si può dimostrare saggiando le cellule coll'acido osmico o coi sali di ferro, poichè questi reattivi provocano intensa la comparsa di quelle colorazioni, che si sogliono ritenere come caratteristiche del tannino, ma non meno numerosi si sono presentati i casi in cui le cellule antocianiche erano povere di tannoidi.

Assai ricche di tannino si sono mostrati i tessuti antocianici delle seguenti piante: *Cobaea scandens, Cyanophyllum magnificum, Pothos, Dillenia, Amaranthus, Smilax, Galipea, Ficus nobilis, Cavica officinarum, Pelargonium zonale, Anthurium* (spata e spadice rosso), come pure le foglie giovani e rosse di *Rosa, Angelica versicolor*, di *Saxifraga crassifolia*, le foglie adulte di *Gesneria Mad. Heine*, di *Canna indica*. Noi abbiamo anche potuto rilevare che le regioni verdi (*Gesneria*), oppure le varietà verdi (*Canna*) sono meno ricche di tannino in confronto delle rosse. Infine si sono pure dimostrati fortemente tannici i picciuoli fogliari di *Dracaena ferrea*, le squame di *Begonia*, il caule della *Centradenia floribunda*, i quali organi sono colorati più o meno vivamente dall'antocianina. A proposito però delle *Centradenia* giova notare che il tannino accompagna l'antocianina che impregna il midollo e gli strati profondi della corteccia, mentre scarseggia negli strati più superficiali di questa dove, ciò non di meno, abbonda il pigmento.

All'opposto si sono mostrate poco o punto tanniche le cellule antocianiche delle seguenti piante: *Dioscorea, Billbergia* (pagina inferiore della foglia) *Begonia flore rubro* (fiori), *Goodyera discolor* e *Ladembergia rosea* (giovani foglie) *Blechnum occidentale* (fronde in via di sviluppo),

Eucomis punctata (turioni) e l'*Achimenes rosea*. In questa ultima specie però alcune cellule antocianiche danno una netta reazione tannica, mentre altre ne sono affatto prive, o ne mostrano solo deboli traccie.

Dai fatti esposti è quindi lecito concludere che se il tannino è uno dei corpi dai quali direttamente, od indirettamente, si forma l'antocianina, esso tuttavia può andar completamente eliminato dopo che questa sostanza si è formata, senza che per ciò abbia a verificarsi una contemporanea diminuzione nel contenuto antocianico delle cellule.

Ora il fatto della sostituzione della antocianina al tannino non è del tutto privo di interesse, per ragioni che discuteremo in seguito, essendo risultato dalle ricerche di Warming, di Wagner e dello Stenstrom che il tannino avrebbe l'ufficio di contribuire ad elevare il potere osmotico nelle cellule in cui esso si trova, il che venne pure recentemente confermato, sebbene per via indiretta dal Borzì, nelle sue importanti osservazioni sui semi di Inga.

Va intanto notato che nelle cellule in cui vi ha tannino ed antocianina, l'acido osmico provoca talora una colorazione nera diffusa, oppure determina la comparsa di granulazioni nerastre, dotate di movimento Browniano, nel succo cellulare.

La comparsa di granulazioni vivamente colorate in seno al succo antocianico — a prescindere, ben inteso, da quei granuli che si incontrano incidentalmente nelle cellule antocianiche non sottoposte ad alcun trattamento, i quali sono costituiti probabilmente dal pigmento stesso precipitato, — costituisce un fenomeno che si verifica non solo trattando i tessuti antocianici coll'acido osmico, ma sibbene ancora sottoponendo il pigmento all'azione di alcuni alcaloidi, come ebbe pel primo a segnalare l'Overton nelle sue bellissime osservazioni sull'influenza che esercita la Caffeina, in soluzione più o meno diluita, sull'antocianina; questi però credette di dover attribuire il fatto alla precipitazione del tannino contenuto nelle cellule antocianiche.

Colpiti dalla singolarità del fenomeno noi abbiamo ripreso le osservazioni dell'Overton, facendo uso, oltrechè della Caffeina, ancora di alcuni altri alcaloidi e saggiando in pari tempo le cellule sottoposte all'azione di questi reattivi, sia coi sali di ferro, sia coll'acido osmico, per poter dimostrare, in modo più o meno approssimativo, la quantità di tannino che le stesse contenevano.

Nelle nostre ricerche, eseguite per tale scopo, ci siamo sempre limitati ad esportare dei sottili lembi di tessuto colorato dall'antocianina, (per lo più si trattava di epidermidi) che poi venivano immersi per un certo tempo nei differenti reattivi ed al fine esaminati al microscopio.

TAVOLE RIASSUNTIVE

DEI RISULTATI OTTENUTI CON GLI ALCALOIDI.

Num. d'ordine	NOME DELLE PIANTE	TANNINO	ALCA				
			Caffeina	Nicotina	Morfina	Cocaina	Atropina
1	*Rosa* sp. (fiori rossi)	Abbondante.					
2	*Dahlia variabilis* (fiori rossi)	Abbondante.		Il succo diventa bleu.			Il succo diventa bleu.
3	*Pentstemom* sp. (fiori violetti)	Abbondante.		Il succo diventa bleu.			Il succo diventa bleu.
4	*Scheeria mexicana* (fiori bleu)	Scarsissimo.		Il succo inverdisce.			Il succo inverdisce.
5	*Hibiscus sinensis* (fiori rossi)	Abbondante.	Precipitato abbondante a granuli bleu e grossi.	Precipitato formato da fini granuli bleu. Succo bleu.	Qualche cellula diventa bleu.	Scarso precipitato costituito da granuli finissimi di color rosso o rosso-violaceo.	Abbondante precipitato formato da fini granuli bleu.
6	*Canna indica* (fiori rossi)	Abbondante.	Qualche cellula bleu.	Il succo diventa bleu ed in talune cellule si formano dei granuli fini.	Qualche cellula diventa bleu.		Qualche cellula diventa bleu.
7	*Funkia* sp. (fiori bleu pallidi)			Il succo inverdisce.		Il succo inverdisce.	Il succo inverdisce.

[1] Ad eccezione della nicotina abbiamo impiegati i differenti alcaloidi seguendo le indicazioni dell'Overton, vale a

Continua la tabella.

LOIDI.[1]

Teobromina	Stricnina	Veratrina	Solanina	Codeina	Chinina	*Osservazioni*
	Scarsi precipitati. Le cellule rimangono rosse.					
		Comparsa di granuli grossi di color bleu.		Il succo diventa bleu.	Precipitazione di grossi grumi e di grandi goccie che si raccolgono nel centro delle cellule. Il precipitato è nero o bluastro.	
	Qualche cellula diventa bleu e dà luogo alla precipitazione di granuli.	Comparsa di grossi granuli bleu. Succo dello stesso colore.		Il succo diventa verde.	Abbondante precipitato verde a grossi granuli.	I granuli dopo un po' di tempo si sciolgono di nuovo e il succo abbandona le cellule.
	Precipitato a fini granuli, ma il colore del succo non cambia.	Non in tutte le cellule avviene la precipitazione. Granuli grossi di color bleu-intenso.		Il succo inverdisce.	Abbondante precipitato e granuli di grandezza mediocre di color bleu od anche scolorati.	
Precipitazione di grossi granuli bleu, ma non in tutte le cellule. Dove manca il precipitato il succo si conserve rosso.	Comparsa di granulazioni fine e di color rosso-violaceo.	Precipitazione limitata a qualche cellula. Granuli di color bleu pallido. Il succo si conserva rosso dove manca il precipitato.	Scarso precipitato bleu. Il succo resta rosso nelle cellule dove manca il precipitato.	Abbondante precipitato a grossi gronuli bleu intenso. Il succo resta bleu.	Il succo diventa bleu. Scarso e fino precipitato.	
	Qualche cellula con precipitati.	Qualche cellula bleu con scarsi e piccoli granuli.	Talune cellule con fini granuli. Dove manca il precipitato persiste il color rosso.	Raro precipitato in talune cellule divenute brune-bleu.		
				Il succo inverdisce.		

d un grammo o due del reattivo si è aggiunto 100 parti d'acqua, 10 parti d'alcool e 2 grammi di zucchero.

Num. d'ordine	NOME DELLE PIANTE	TANNINO	ALCA				
			Caffeina	Nicotina	Morfina	Cocaina	Atropina
8	*Brunellia* (fiori bleu)	Abbondante.		Il succo diventa verde.		Qualche cellula inverdisce e in talune si forma uno scarso e fino precipitato.	Il succo inverdisce.
9	*Pelargonium zonale* (fiori rossi)		Precipita in grosse goccie che dapprima rosse diventano, dopo un po' di tempo, bleu.	Si ha precipitazione e colorazione bleu del succo. Il precipitato si scioglie nell'HCl.			
10	*Delphinium* (fiori bleu)	Intensa reazione col cloruro di ferro.		Il succo inverdisce.	Il succo arrossa.		
11	*Portulaca grandiflora* (fiori rossi)	Scarse traccie.					
12	*Aster* (fiori bleu)	Tannino evidente.		Il succo inverdisce.		Precipitazione sotto forma di grosse goccie, ma non in tutte le cellule.	
13	*Salvia splendens* (fiori rossi)	Reazione tannica debole con formazione di granulazioni quando il succo venga trattato col cloruro di ferro.		Il succo diventa bleu.			
14	*Convolvulus bicolor* (fiori rossi)	Dubbia reazione tannica col cloruro di ferro.		Il succo diventa bleu.			

Continua la tabella.

LOIDI.

Teobromina	Stricnina	Veratrina	Solanina	Codeina	Chinina	*Osservazioni*
	Ha luogo precipitazione in qualche cellula.				Abbondante precipitato bleu o verde. Granuli di dimensioni discrete.	
			Il pigmento si discioglie.	Scarso precipitato di color bleu.		
Precipitazione sotto forma di grosse goccie, ma non in tutte le cellule.	Formazione abbondante di granuli, ma non in tutte le cellule.					
	Precipitazione con formazione di fini granuli.	Comparsa di fini granuli.	Scarso precipitato.		Formazione di fini granuli bleu.	
		Precipitato formato da fini granuli.	Precipitato costituito da fini granuli bleu.		Il succo diventa bleu. Comparsa di grossi granuli.	

Num. d'ordine	NOME DELLE PIANTE	TANNINO	ALCA				
			Caffeina	Nicotina	Morfina	Cocaina	Atropina
15	*Gladiolus* sp. (fiori rossi)	Molto abbondante.					
16	*Balsamina* sp. (fiori rossi)	Scarso.		Il succo diventa bleu.			Abbondante precipitato rosso e bleuastro.
17	*Fuchsia* sp. (fiori di color rosso violetto)	Tannino poco manifesto.	Precipitato in forma di grosse gocce di color bleu nerastro.	Intensa precipitazione di fini granuli verdastri.		Precipitazione in forma di grossi granuli bleu.	Si ha precipitazione.
18	*Vinca major* (fiori rossi)	Reazione tannica accentuata.					
19	*Torenia Fournieri* (fiori bleu)	Abbondantissimo.	Scarso e fino precipitato.	Il succo inverdisce. Scarso precipitato.	Ha luogo la precipitazione sotto forma di piccole granulazioni.	Scarso precipitato in forma di fini granuli.	Scarso precipitato.
20	*Antirrhinum majus* (fiori rossi)	Abbondantissimo.					Il succo inverdisce.
21	*Verbena hybrida* (fiori violetti)	Abbondantissimo.	Il succo diventa bleu.	Il succo diventa verde. Qualche raro granulo finissimo.		Il succo diventa bleu. Qualche raro e fino granulo.	Il succo diventa bleu: qua e colà, qualche fino granulo.

…OIDI.

Teobromina	Stricnina	Veratrina	Solanina	Codeina	Chinina	Osservazioni
	Nel succo appaiono dei precipitati che conservano però il color rosso. In molte cellule manca però la precipitazione.			Ha luogo precipitazione.	Il succo precipita sotto forma di fini granuli che più tardi si scolorano.	
	Scarsa precipitazione di fini granuli bleu.	Precipitazione di granuli bleu.		Abbondante precipitato. I granuli sono grossi e di color verde.	Comparsa di fini granuli bleu-verdastri.	Nelle parti rosse meno facilmente compaiono i grossi globuli.
			Scarso precipitato in forma di fini granuli.	Scarso precipitato verde costituito da fini granuli.	Comparsa di grossi granuli.	
		Il succo imbrunisce.	Ha luogo la precipitazione I granuli sono fini. Il succo inverdisce.	Il succo inverdisce.	Il precipitato è formato da grossi granuli. Non in tutte le cellule si ha la precipitazione.	
Qualche cellu- a con precipi- ato bleu.	Precipitato di color rosso-violaceo.	Il succo diventa di color verde-bleu. Abbondanti granuli e grossi.	Fini granuli bleu.	Il succo diventa bleu Rari e finissimi granuli in talune cellule.	Intensa precipitazione. Granuli grossi e bleu-verdastri. Il succo si scolora.	

Emerge dai presenti specchietti che tanto le antocianine colorate in rosso quanto quelle bleu o violette, possono dare coi differenti alcaloidi dei precipitati, ma nello stesso tempo appare pure manifesto che non tutte si comportano ad un modo, mostrando alcune di esse nessuna modificazione di fronte a taluni alcaloidi che determinano abbondanti precipitati con altre antocianine, o per lo meno provocano un cambiamento di colore nel pigmento stesso.

Sotto questo punto di vista l'antocianina contenuta nel fiore di *Hibiscus* è quella che reagisce meglio di tutte quante, dando essa dei precipitati con quasi tutti gli alcaloidi da noi saggiati.

Fra gli alcaloidi che si mostrano più attivi nel determinare una precipitazione del contenuto cellulare antocianico meritano di essere segnalati: la Chinina, la Stricnina, la Veratrina e la Solanina.

Molto deboli appaiono invece la Morfina, la Teobromina e la Caffeina.

Alcuni alcaloidi che modificano quasi costantemente il colore, danno invece scarsi precipitati e noi segnaleremo fra questi la nicotina la quale appunto per questa sua proprietà venne da noi indicata come un reattivo abbastanza sensibile dell'antocianina.

La forma del precipitato è variabilissima, ma, in generale, si osserva che esso è granulare ed i granuli sono più o meno fini; solo in alcuni casi può assumere l'aspetto di masse fra loro cementate. Un dato tessuto poi, che è in grado di dare abbondante precipitato e a grossi granuli con un determinato alcaloide, non determina con altri che la comparsa di scarsi granuli assai fini.

Degno di nota intanto è il fatto che fra le quantità di tannino contenuto nelle cellule antocianiche e la frequenza o l'abbondanza dei precipitati non vi ha correlazione di sorta, essendosi osservato che talora, cellule riccamente fornite di tannino danno scarsi precipitati, mentre altre povere di tale sostanza producono numerose e grosse granulazioni.

Ciò indurrebbe a ritenere che il fenomeno della precipitazione granulare non sia semplicemente dovuto alla presenza del tannino, ma bensì a qualche altro fattore, e questo appare particolarmente manifesto se si considera che differenti fiori danno dei precipitati solo con determinati alcaloidi.

Noi riteniamo quindi che l'ipotesi dell'Overton, il quale vede nel tannino la causa della formazione del precipitato, debba andar completata nel senso che oltre a questa sostanza, anche altri corpi finora ancor poco noti, ma che nulla esclude potrebbero appartenere al gruppo assai polimorfo dei tannoidi in lato senso, inducano la com-

parsa dei granuli nelle cellule antocianiche sottoposte all'azione degli alcaloidi. [1]

d) Rapporti delle antocianine cogli zuccheri. — Anche a riguardo degli zuccheri vale quanto si è detto a proposito del tannino, che cioè non vi ha alcun rapporto tra la quantità di antocianina presente in un dato organo e la provvista di zucchero che questo contiene, per quanto sia oramai assodato, in specie per le ricerche dell'Overton, che lo zucchero concorre alla formazione del pigmento.

Non mancano esempi, infatti, in cui il colore rosso è intensamente sviluppato in organi zuccherini e noi citeremo in proposito soltanto che le bacche di molte piante, le varietà rosse di Canna da zucchero, il picciuolo fogliare della *Saxifraga crassifolia*, i fiori vivamente colorati di alcune *Cineraria*, contengono associati, più o meno in grande abbondanza, le due sostanze. All'opposto nel picciuolo fogliare della *Gesneria*, della *Tradescantia*, nelle foglie di *Higginsia* e di *Maranta* non si ha traccia notevole di zucchero malgrado che la colorazione rossa sia abbastanza intensa. In altre piante poi vi ha zucchero ed antocianina, ma i due corpi sono localizzati in tessuti differenti sebbene vicini. Così nel Caule di *Paeonia*, di *Rosa* e di altre piante si è trovato che lo zucchero predominava nelle parti centrali, il pigmento invece aveva sede di preferenza negli strati superficiali dell'organo. Lo stesso dicasi per lo spadice di alcuni *Anthurium* nel quale si è trovato lo zucchero abbondante nei frutti, il pigmento nel tessuto proprio dello spadice. Infine in altre piante si verifica che lo zucchero e l'antocianina sono presenti negli stessi tessuti, ma la quantità del primo è assai scarsa in confronto del secondo (foglie di *Coleus*, di *Begonia*, di *Tradescantia discolor* e di *Corylus* (v. rossa), rami di *Pistacia* e di *Achyranthes*).

Per stabilire quale influenza possa esercitare lo zucchero nella produzione del pigmento, noi abbiamo ripetuto, e con risultato positivo, gli esperimenti dell'Overton e per di più tentato di determinare la comparsa della colorazione antocianica, iniettando nei parenchimi di differenti piante delle soluzioni zuccherine (zucchero di canna, glucosio), utilizzando, all'uopo, le soluzioni al 3 $^{0}/_{0}$ quali vennero proposte dall'Overton stesso. Le iniezioni venivano ripetute ogni due o tre giorni per la durata di 12-15-20 giorni e di ordinario si aveva cura di introdurre la siringa sempre nel primitivo canale di inoculazione. La quantità di liquido iniettata, volta per volta, era di circa 1 a 2 cent. cubici

[1] Oltre gli alcaloidi, anche l'acqua ossigenata (Pfeffer) ed altri corpi, provocano la precipitazione del pigmento e secondo il Darwin, *Insectiv. Plants*, 1882, ed il Pfeffer, *über Aufnahm Anilinfarben* ed il Klein, *Flora*, 1892, anche gli alcali potrebbero produrre la precipitazione dei tannini e di altri corpi.

circa, vale a dire quanto ne può contenere un' ordinaria siringa di Pravaz e come controllo si iniettava in altri punti dello stesso organo assoggettato all' esperimento, un eguale volume di acqua distillata e sterilizzata, oppure contenente sali differenti in quantità equimolecolare colla soluzione zuccherina.

Operando in siffatta guisa si è potuto constatare che d' ordinario l' iniezione di acqua, in specie se questa conteneva dei sali od anco dell' alcool, provocava la morte del punto iniettato, senza tuttavia che la necrosi fosse preceduta dall' arrossamento del tessuto. Solo in alcuni casi si è avuto una colorazione, ma questa era troppo insignificante e variabile da esperimento a esperimento perchè potesse esser tenuta in considerazione. Lo stesso dicasi per le iniezioni di zucchero inquantochè le varie specie esperimentate (*Echeveria*, *Cereus*, *Opuntia*, *Crassula*, *Aloe*, *Sempervivum*, *Euphorbia*, ed altre piante che talora arrossano naturalmente) non diedero risultati positivi o solo incidentalmente mostrarono qualche cellula arrossata alla periferia dell'area iniettata *(Aloe)*, mentre si è verificato quasi costantemente la comparsa di abbondante tannino alla periferia del punto leso, cui teneva dietro la scomparsa della clorofilla e di poi la morte del tessuto.

Fanno tuttavia eccezione le foglie dell'*Agave* perchè in queste — e specialmente nel caso che l'iniezione venisse fatta nelle foglie screziate di bianco e di verde ed al limite fra i due differenti tessuti — si è notato dapprima un assottigliamento del punto leso e la comparsa di un cercine rilevato alla periferia dell'area assoggettata all'esperimento, nel quale più tardi si veniva manifestando una più o meno intensa colorazione rossa dovuta all' antocianina.

L'esame microscopico, eseguito dopo pochi giorni, ha permesso di rilevare che il pigmento era localizzato attorno agli stomi e negli strati più esterni del parenchima fogliare. Il tessuto arrossato formava un anello, ben delimitato, tutto all' ingiro della parte lesa. A riguardo di questo esperimento e del valore che ad esso si può attribuire, avremo occasione di fare alcune osservazioni quando tratteremo la questione delle incisioni fogliari.

e) ***Rapporti delle antocianine coll'amido.*** — Il Pick, come è noto, avendo da un lato sperimentalmente dimostrato che nelle foglie tenute dietro uno schermo rosso l' amido diminuisce notevolmente e dall'altro rilevato coll' osservazione microscopica che i tessuti antocianici contengono una scarsa quantità di idrati di carbonio in confronto di quelli verdi, emise una teoria da molti botanici oramai accettata, secondo la quale l' antocianina servirebbe a favorire l'emigrazione dell' amido, sotto forma di zucchero, dalle cellule verdi del parenchima

fogliare. Questa teoria mal conciliandosi colle ricerche del Griffon, poichè questi attribuisce la mancanza o la povertà di amido, nelle piante cresciute dietro a schermi rossi, unicamente alla deficenza di illuminazione, ci ha indotto a studiare la questione con nuovi criteri e a tal uopo abbiamo investigato quali rapporti intercedano fra la provvista di amido da una parte e la presenza dell'antocianina dall'altra nel parenchima delle foglie che all'autunno arrossano ed in quelle che allo stato adulto sono normalmente più o meno arrossate, sia che il colore rosso si presenti diffuso in tutto il lembo o limitato sotto forma di chiazze.

1.° L'amido nelle foglie autunnali all'inizio dell'arrossamento.

Per condurre a buon esito queste ricerche noi abbiamo utilizzato di preferenza quelle foglie nelle quali tanto la colorazione rossa quanto il deperimento non erano ancor troppo accentuati, poichè in caso contrario si sarebbero ottenuti dei risultati opposti a quelli che verremo mettendo in luce, pel fatto che l'amido nelle foglie invecchiate è quasi del tutto scomparso.

Scelte le foglie, si praticavano sulle stesse dei tagli trasversali che poi venivano posti in acqua di Javelle e quindi nella tintura di Jodio allo scopo di poter esaminare, al microscopio, la distribuzione dell'amido nel parenchima, non occorrendo fare ricerche sulla localizzazione dell'antocianina avendo noi già dimostrato, con ricerche preliminari che nelle foglie da noi esaminate il pigmento occupava il palizzata.

Ecco ora quali sono i risultati che abbiamo ottenuti:

Viburnum opulus. Amido abbondante e in grossi granuli nel palizzata. Scarso o mancante nel lacunoso.

Saxifraga crassifolia. Amido distribuito in egual copia nel lacunoso e nel palizzata, oppure mancanza in entrambi (stadi più evoluti dell'arrossamento).

Homalanthus populifolius. Amido più o meno abbondante nel palizzata e nel lacunoso.

Clusia sp. Amido presente in egual misura nei due tessuti del diachima, cioè nel lacunoso e nel palizzata.

Rosa sp. Le foglie rosse all'autunno sono straordinariamente infarcite di amido in specie nel palizzata.

Cornus florida. Nelle foglie che cominciano ad arrossare vi ha amido in entrambi i tessuti verdi, ma in specie abbondante si presenta la sostanza amilacea nel palizzata. Non tarda però a scomparire coll'accentuarsi dell'arrossamento e del deperimento fogliare.

Syringa vulgaris. Sull'inizio dell'arrossamento il palizzata è più ricco di amido in confronto del lacunoso.

Cercidyphyllum sp. L' amido è abbondante ovunque, ma in specie nel palizzata.

Liquidambar styraciflua. Si incontrano dei fini granuli amidacei nelle parti profonde del tessuto a palizzata. Attorno ai vasi, i granuli sono più grandi e persistono più a lungo, il che del resto corrisponde a quanto si verifica in altre piante.

Stillingia sebifera. L'amido diminuisce od anco scompare del tutto prima che siasi iniziato l'arrossamento delle foglie.

Diospyros Kaki. Nelle foglie rosse non si è trovato più traccia di amido.

Rhus e *Paeonia.* Soltanto le cellule stomatiche contengono amido.

2.° Distribuzione dell'amido nelle foglie normalmente rosse.

Per lo studio di questa interessantissima questione, anzichè ricorrere al metodo dei tagli, inquantochè dai medesimi più difficilmente si possono ottenere dei dati comparativi rigorosi, a causa del differente spessore che possono avere le sezioni, noi abbiamo fatto uso della fotografia come mezzo per stabilire la quantità di amido presente nelle varie parti, rosse o verdi, delle foglie.

Le foglie screziate di verde e di rosso venivano all' uopo poste, — appena staccate dalle piante — tra due lamine di vetro, al di sotto delle quali erasi previamente disteso un foglio di carta sensibile al citrato di argento.

Il tutto veniva di poi racchiuso nel solito compressore o torchietto, come si usa praticare allorchè si tratta di stampare una positiva. Così preparato l' apparecchio, si esponeva la foglia alla luce solare per un tempo più o meno lungo, variabile d' ordinario da 1 a 3 ore, secondo l' intensità luminosa della giornata, ciò che provocava la riproduzione fedelissima, sulla carta sensibile, della forma della foglia in cui le parti tinte in rosso e in verde apparivano variamente ombreggiate.

Ciò fatto si asportava la foglia dall' apparecchio, si sviluppava la fotografia, passando la carta sensibile in un bagno di virofissaggio (per es. *Lux*) e quindi si metteva la foglia per 24 ore in alcool allo scopo di liberarla sia della clorofilla che dell'antocianina.

Avvenuta l'esportazione dei pigmenti, la foglia veniva successivamente mantenuta per un certo tempo in una soluzione calda (od anche fredda) più o meno concentrata di acqua di Javelle, di idrato di cloralio e talora anche di potassa, allo scopo di renderla trasparente e di esportare i vari costituenti delle cellule, ad eccezione, come bene si comprende, dell' amido, il quale subiva soltanto un notevole rigonfiamento sotto l'azione dei differenti trattamenti.

Il passaggio dall' acqua di Javelle alla potassa caustica presenta l'inconveniente di imbrunire le foglie, ma ciò non, pregiudica l'esito della manipolazione, perchè il successivo trasporto in acqua di Javelle, in ispecie se addizionata di una certa quantità di HCl torna a rischiarare i tessuti.

Il trattamento che noi abbiamo per sommi capi descritto, quando venga a dovere eseguito, onde impedire che un riscaldamento troppo rapido ed i movimenti del liquido in ebollizione abbiano a lacerare il parenchima fogliare, offre il notevole vantaggio di rendere trasparenti anche le foglie più coriacee e dure. Esso però deve essere condotto a termine sotto una delle solite cappe per combustione, perchè i vapori di idrato di cloralio e di acqua di Javelle irritano energicamente le mucose ed in specie quella oculare.

Ottenutosi il grado voluto di trasparenza si lavavano rapidamente le foglie in acqua, avendo cura di non lacerarle, ciò che può succedere facilmente essendo le stesse divenute straordinariamente fragili e poi si immergevano per un certo tempo in una soluzione di Jodio al joduro di potassio.

Non si tosto era avvenuta la colorazione bluastra-nera dovuta alla azione del Jodio sull'amido, si includevano di nuovo le foglie, ben distese, fra due lastre di vetro al di sotto delle quali erasi parimenti disposto un foglio di carta sensibile al citrato d'argento. Il tutto, incluso nel torchietto sopra indicato, veniva esposto alla luce sotto la cui azione le parti delle foglie più intensamente colorate dal Jodo e quindi più ricche di amido dovevano impressionare meno energicamente la carta sensibile, in confronto di quelle più pallide e più povere d'amido, avendo il composto di amido iodurato la facoltà di trattenere tanto più potentemente le radiazioni luminose quanto più esso è abbondante.

Ottenutasi un'impronta, sufficientemente chiara della foglia, si esportava la carta sensibile per svilupparne la fotografia allo scopo di constatare le variazioni che erano avvenute nelle due pose successive per ciò che concerne il passaggio delle radiazioni luminose attraverso le parti che originariamente erano rosse o verdi, e stabilire così dei confronti.

Ecco ora quali sono i principali risultati ottenuti:

Strobilanthes Dalhousianus. Questa bellissima pianta ornamentale presenta sulle foglie una serie di macchie rosse allineate lungo i lati della nervatura mediana. La carta sensibile resta maggiormente impressionata in corrispondenza di tali macchie, tanto nel caso che venga fotografata la foglia prima del trattamento all'acqua di Javelle, idrato di cloralio, potassa e jodio (Tav. X, fig. 2), quanto dopo che le foglie hanno subita l'azione dello stesso (Tav. X, fig. 1).

Maranta roseo picta. Le foglie di questa pianta sono percorse da linee rosse, spesso unite a due a due, le quali dalla nervatura mediana si portano al margine fogliare obliquando verso la punta della foglia. Nella regione rossa vi ha un tessuto acquifero alquanto meno sviluppato che nella parte verde (V. Tav. IX, fig. 2 e 3). La luce passa più facilmente attraverso le parti rosse, tanto prima che dopo il solito trattamento, per cui colle due successive fotografie si ottiene un maggiore imbrunimento della carta in corrispondenza delle linee rosse.

Tradescantia sp. La foglia è percorsa da bende longitudinali di color verde, rosso o bianco che alternano fra loro in modo irregolare. Le parti bianche o rosse impressionano più fortemente la carta sensibile tanto prima che dopo i trattamenti sopra indicati (V. Tav. VIII, fig. 5, 6).

Amaranthus tricolor. Le foglie appaiono nettamente divise in due porzioni diversamente colorate: la regione basale, fino quasi a metà del lembo, è di un bel color rosso pallido, la rimanente porzione ha invece una tinta verde. Ora in corrispondenza delle parti arrossate, la luce impressiona più vivamente la carta sensibile nelle due successive esposizioni (V. Tav. VIII, fig. 1, 2).

Acalypha macrophylla. La foglia è variamente colorata presentando dei tratti verdi, delle zone verdi bruno e delle aree rosso chiare irregolarmente disseminate sulle due metà del lembo. Il comportamento rispetto alla luce è analogo a quello delle foglie precedenti, ottenendosi costantemente un imbrunimento più energico della carta sensibile in corrispondenza delle regioni rosse (Tav. IX, fig. 4, 6).

Achalypha obovata. La zona rossa è localizzata sui margini della foglia i quali appaiono, sulla carta sensibile, vivamente colorati in nero prima e dopo i trattamenti decoloranti e al jodio joduro di potassio (Tav. IX, fig. 3. 5).

Caladium sp. Le grandi foglie di questa pianta sono disseminate di piccole macchie bianco o rosse, che spiccano vivamente sul fondo verde. La luce passa più facilmente attraverso le parti rosse prima e dopo l'azione del jodio (Tav. X, fig. 3, 4).

Alternanthera sp. Le foglie sono irregolarmente screziate di verde e di rosso. Le parti rosse sono costantemente più permeabili alla luce (Tav. VIII, fig. 8, 9).

Coleus. In qualche varietà abbiamo notato che la luce impressiona di più la carta sensibile al di sotto delle macchie rosse di cui è screziata la foglia.

Musa Ensete. In alcune varietà le foglie, screziate di rosso sulla pagina superiore, si comportano nei nostri esperimenti come le altre specie testè descritte, ma i risultati si mostrano meno evidenti.

Negli esempi fino ad ora riportati, si verifica dunque sempre un identico fenomeno; vale a dire la luce riesce ad impressionare maggiormente la carta sensibile in corrispondenza delle parti antocianiche, e ciò tanto prima che dopo i differenti trattamenti cui vengono sottoposte le foglie onde poter mettere in evidenza, col jodio, la distribuzione dell'amido.

Nelle seguenti piante si ha un comportamento alquanto differente:

Calathea. La foglia è disseminata di macchie rosse sui lati della nervatura mediana. In corrispondenza delle stesse macchie, la luce impressiona poco la carta sensibile prima dell'azione dei vari trattamenti a cui viene assoggettata la foglia, mentre l'opposto succede dopo l'azione di questi.

Iresine. Le foglie delle varietà verdi presentano talora delle colorazioni settoriali rosse, le quali interessano un tratto più o meno esteso del lembo.

Ora tali zone impressionano poco la carta sensibile nel primo esperimento, molto invece durante la seconda prova (Tav. VIII, fig. 4).

Achyranthes. Pare che si comporti come l'*Iresine*, ma i risultati sono meno chiari se si confrontano le varietà a foglie verdi con quelle a foglie rosse (Tav. VIII, fig. 11, 12).

Naegelia hybrida. Le foglie sono rosse alla base, verdi nella parte apicale. Ora soltanto dopo che si è assoggettata la foglia ai vari trattamenti descritti si riesce ad ottenere che la carta sensibile diventi più annerita al di sotto delle parti che erano rosse.

In questa seconda categoria di foglie si verifica pertanto che la luce trova maggior ostacolo ad attraversare il lembo nella parte rossa, anzichè in quella verde, prima del trattamento decolorante; mentre allo opposto, dopo che si è colorato l'amido collo jodio, essa passa con maggiore intensità in corrispondenza delle parti che prima erano rosse.

In una terza categoria di foglie si verificano i seguenti fenomeni:

Pelargonium zonale. La zona rossa impedisce il passaggio alla luce prima del trattamento. Dopo di questo non si ha più differenza di sorta, per cui la carta sensibile che prima rimaneva più chiara al di sotto della zona, imbrunisce ora in modo uniforme.

Polygonium persicaria. Le macchie rosse, a ferro di lancia, che si trovano nel mezzo delle foglie arrestano i raggi luminosi con una certa energia nelle foglie sane. Le foglie trattate col jodio, previa la decolorazione colla potassa, acqua di Javelle e cloralio non determinano più differenze notevoli di tinta sulla carta sensibile.

Gli stessi risultati si ottengono colle foglie di molti *Coleus* e colla *Pellionia Daveanana*. Con quest'ultima specie benchè l'antocianina sia

localizzata sui lati della nervatura mediana non si riesce però ad ottenere alcuna differenza nelle tonalità di imbrunimento della carta sensibile.

Prima di terminare questa rassegna e di discutere i risultati, dobbiamo ancora aggiungere che le foglie di *Croton* — le quali rimangono verdi sino a che abbiano raggiunto un certo grado di sviluppo e poi diventano rosse — assoggettate al trattamento all'acqua di Javelle, potassa, cloralio e jodio, lasciano scorgere, a seconda dell'età, delle notevoli variazioni nel contenuto amilaceo essendo quelle giovani e verdi molto più ricche di questo idrato di carbonio in confronto delle adulte ed arrossate.

La diminuzione è così sensibile che non occorre far uso della fotografia per rilevarla.

I fenomeni testè descritti riescono di facile interpretazione qualora si consideri la costituzione delle varie categorie di foglie. In quelle appartenenti alla prima categoria, le quali permettono il passaggio quasi indisturbato della luce attraverso le parti rosse tanto prima che dopo i trattamenti, si rileva che le parti colorate dall'antocianina presentansi poco o punto fornite di amido e di cloroplasti ed in conseguenza si colorano solo debolmente in nero violetto col jodio in confronto delle regioni verdi circostanti. La luce non trovando pertanto un grave ostacolo nè nella clorofilla, nè nella tinta nero violacea dovuta al jodio associato all'amido, attraversa liberamente il parenchima e malgrado la presenza dell'antocianina di color rosso la quale, come si sa, ostacola l'azione chimica della radiazione, essa riesce ad impressionare più vivamente la carta sensibile in confronto delle aree verdi, nelle quali la luce è trattenuta energicamente dapprima dai cloroplasti e di poi dall'amido reso azzurro dallo jodio.

Nella seconda categoria di foglie, l'osservazione microscopica dimostra che nelle parti rosse vi ha antocianina e cloroplasti, mentre in quelle verdi esistono solo questi ultimi. In conseguenza la luce resta molto più energicamente assorbita dalle parti rosse che da quelle verdi prima dei trattamenti. Nelle parti rosse però la quantità di amido presente è minore in confronto di quelle puramente verdi, per cui quando la foglia venga posta nella soluzione jodica, il reattivo si fissa con minore energia sulle parti che prima erano rosse. Ora il minore accumulo di jodio è anche causa di un meno energico assorbimento della radiazione ed in conseguenza la carta dovrà impressionarsi maggiormente in corrispondenza delle parti che erano rosse, per cui le fotografie ricavate dalle due pose successive non si corrisponderanno più per quanto concerne le tinte, ma saranno invece totalmente differenti.

Finalmente per la terza categoria di foglie è duopo ammettere che non vi sia differenza di sorta rispetto al contenuto amilaceo fra le parti verdi e rosse, per cui la carta sensibile resta impressionata nella seconda posa in modo uniforme. All'opposto nella prima posa le parti rosse, constando di antocianina e clorofilla, assorbono più energicamente le radiazioni e quindi si riproducono, nella carta sensibile, con una tinta chiara contrastante vivamente colla tinta bruna che è dovuta alle parti verdi.

Dal complesso dei fatti studiati noi siamo ora in grado di ricavare alcune conclusioni sui rapporti che intercedono fra antocianine ed amido.

Dall'esame delle foglie autunnali arrossate è risultato manifesto che in moltissimi casi, e specialmente in quelli opportunamente scelti, l'amido è ancor presente in discreta misura nelle cellule del palizzata più o meno arrossate, mentre è già scomparso dalle cellule verdi del lacunoso. Un tale fenomeno è contrario alla teoria di Pick, cui si è sopra accennato, poichè se la stessa fosse giusta, si sarebbe dovuto riscontrare una diminuzione delle sostanze amilacee nelle cellule arrossate, in confronto della quantità che di queste trovasi contenuta nelle cellule del lacunoso, perchè, afferma il Pick, la presenza dell'antocianina favorisce l'emigrazione degli idrati di carbonio dalle cellule sottoposte all'azione del pigmento funzionante da filtro della luce.

Noi dobbiamo quindi necessariamente ammettere che dalla esperienza del Pick colle quali questo autore riusciva a mettere in evidenza che nelle piante tenute dietro uno schermo rosso si incontra minor copia di amido che nelle condizioni normali, non si possa trarre la conclusione che ciò avvenga perchè l'amido emigra con rapidità. All'opposto, colla scorta dei nostri esperimenti noi siamo condotti ad interpretare il fenomeno, vero in se stesso, nel senso che i cloroplasti delle piante assoggettate ad una radiazione monocromatica rossa, qual è quella che si ottiene coi soliti schermi, sia liquidi che solidi, non fabbrichino più la quantità d'amido normale perchè sono costretti ad usufruire di una radiazione meno intensa di quella che possono disporre nelle condizioni ordinarie di esistenza. Il Griffon ha pure accennato, come si è visto nella 2.ª parte, ad una tale possibilità, senza tuttavia curarsi di avvalorare l'asserto con prove sperimentali.

L'esperienza colla fotografia deporrebbe, a primo aspetto, a favore dell'ipotesi del Pick, poichè tanto nella prima che nella seconda categoria di foglie studiate si è trovato una minor copia di amido nelle parti rosse in confronto di quella esistente nelle regioni verdi. Ma, a

prescindere che ciò non ha più luogo nella terza categoria di fillomi esaminati, noi faremo osservare che nella prima categoria di esperienze, l'amido è in difetto o mancante nelle parti rosse, perchè ivi i cloroplasti sono scarsi od anco affatto scomparsi. Nella seconda si verifica lo stesso fenomeno benchè i cloroplasti esistano più o meno numerosi, perchè questi sono incapaci a formare molto amido là dove trovansi unicamente influenzati dalle radiazioni rosse. Se si ammette le teoria del Pik, noi domandiamo in qual modo può riuscire di utilità al trasporto degli idrati di carbonio, la presenza di macchie antocianiche irregolarmente disseminate?

Di nessuna utilità, rispondiamo, poichè se le parti arrossate riescissero veramente a liberarsi prima delle altre degli idrati in questione non provocherebbero, per via indiretta, che un accumulo od una stasi di questi, nelle parti circostanti di color verde; il che costituirebbe per le stesse un intralcio al loro regolare funzionamento, senza contare poi che un tale fenomeno produrrebbe, in ultima analisi, più un arresto che un'accelerazione nella circolazione dei materiali plastici.

Quindi noi dobbiamo concludere in senso affatto opposto alle vedute del Pick, parendoci più logico affermare che nei punti della foglia dove esistono macchie antocianiche, in generale, non sia aumentato il trasporto degli idrati di carbonio, ma diminuita la formazione di questi, [1] il che ci rende anche ragione perchè frequentemente presso le parti rosse vi siano anche parti albicate.

CAPITOLO VIII.

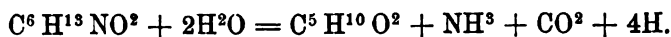
Le antocianine e l'assimilazione del carbonio.

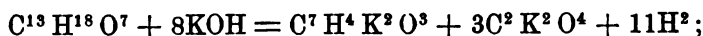
Le osservazioni che abbiamo fatto sulla distribuzione dell'amido nei parenchimi antocianici ci portono ora a trattare il problema dell'assimilazione, in quanto il medesimo ha attinenza colle antocianine.

Se noi prendiamo in esame i processi che danno luogo a moltissime sostanze organiche comuni nei vegetali, incontriamo una quantità di fatti che ci dimostrano come il lavorio di sintesi e di disintegrazione organica si accompagni sovente coi processi di riduzione e che fra le sostanze frequentemente reperibili si debba annoverare l'idrogeno.

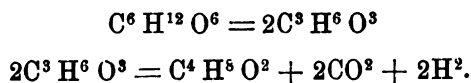
[1] Anche l'Ewart si è elevato giustamente contro la teoria del Pick (V. *Linnean Society* 1896).

Basterà citare, per esempio, che la lecitina sotto l'azione di dati fermenti produce acido valerianico, ammoniaca, biossido di carbonio, ed idrogeno, secondo la formola:

$$C^6 H^{13} NO^2 + 2H^2O = C^5 H^{10} O^2 + NH^3 + CO^2 + 4H.$$

che la salicina, in presenza di potassa produce salicilato ed ossalato di potassa con sviluppo abbondante di H:

$$C^{13} H^{18} O^7 + 8KOH = C^7 H^4 K^2 O^3 + 3C^2 K^2 O^4 + 11H^2;$$

e che infine il glucosio fatto fermentare in determinate condizioni può produrre acido lattico, poi acido butirrico con sviluppo di biossido di carbonio ed H:

$$C^6 H^{12} O^6 = 2C^3 H^6 O^3$$

$$2C^3 H^6 O^3 = C^4 H^8 O^2 + 2CO^2 + 2H^2.$$

Il fenomeno per se stesso non offrirebbe alcun interesse se non fosse stato dimostrato che l'H, in specie allo stato nascente, esercita un forte potere riduttore su molte sostanze con cui può venire a contatto, il quale reperto poi ha per noi importanza grandissima, essendosi da più di un autore posto in evidenza che uno dei principali processi fisiologici che si esplicano nelle piante, cioè l'assimilazione del carbonio, può essere considerato come un fenomeno di riduzione in cui l'H prenderebbe attiva parte.

Così il Gautier (V. Gautier *Chemie Biologique* - Paris 1895 e Pröst *Chimie Agricole.* Louvein 1884) fa notare che, da un punto di vista teorico, si possono far derivare tutti i principi immediati terziari che predominano nei vegetali da processi di riduzione con intervento di H. Infatti tre molecole di acido carbonico in presenza di quattro molecole di acqua possono dare i principali tipi di alcool e di acidi sotto l'influenza riduttrice dell'idrogeno nascente. Lo stesso autore poi considera il corpo clorofilliano come un apparecchio di riduzione tutt'affatto paragonabile a quelli che servono nei nostri laboratori per effettuare le sintesi e le analisi organiche.

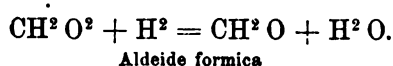
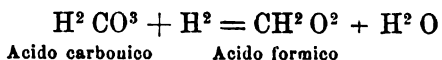
È di massima importanza poi notare che noi possiamo, per mezzo dell'elettrolisi dell'acido carbonico, avere la formazione dell'aldeide formica dovuta all'azione secondaria dell'H nascente sopra il biossido di carbonio idrato. Bach (Compt. Rend. 1898, T. 126) spiega infatti la

produzione dell' aldeide formica per elettrolisi dell' acido carbonico secondo l'equazione:

$$H^2CO^3 + H^2 = CH^2O^2 + H^2O$$

Acido carbonico   Acido formico

$$CH^2O^2 + H^2 = CH^2O + H^2O.$$

Aldeide formica

Va citato inoltre che il Berthelot per mezzo dell'acido jodidrico (usato allo scopo di avere dell' idrogeno nascente) fatto agire in determinate condizioni, partendo dagli acidi organici riescì a trasformare questi nelle rispettivi aldeidi.

Infine secondo le recenti ricerche fatte da uno di noi (vedasi Pollacci: *Sopra l'assimilazione clorofilliana*, in Atti del R. Istituto Botanico di Pavia, Vol. VIII) riescirebbe dimostrato che le parti verdi delle piante, emettono dell' idrogeno nascente, sotto la cui azione riduttrice si verrebbe formando quei composti idrocarbonati che danno alfine luogo alla comparsa dell'amido.

Ma, a prescindere dall'idrogeno, noi incontriamo ancora nelle cellule molti altri corpi capaci di determinare delle riduzioni più o meno energiche, taluni dei quali sarebbero dei fermenti o delle sostanze aventi una certa affinità cogli enzimi (Baranetski), altri invece andrebbero ascritti a speciali composti chimici.

Sta adunque il fatto che nelle cellule vegetali, accanto ai processi di ossidazione si compiono fenomeni di riduzione e che ai fattori i quali hanno la facoltà di regolare l' equilibrio nella cellula vivente spetta il compito di moderare opportunamente le azioni, in opposizione fra loro, di questi due processi, a beneficio dell'organismo, come è stato posto in evidenza recentemente dal Emm. Pozzi Scott nei suoi lavori (*Sur le commensalisme de certains ferments oxidants et reducteurs*, in C. R. CXXXIV 1902: — *Sur les ferments oxidants et riducteurs du pom de terre et leur commensalisme*, in C. R. CXXXVI.: — *Etal actuel de nos connaisances sur les oxidases et les reductases*, Paris 1902) e dal Sochroff (V. Centralbl. F. Bacter. Vol. XXIV, XXVI).

Ammesso ora da un lato che nella cellula clorofilliana si compiano dei processi di riduzione e di ossidazione, è stabilito dall' altro che i processi i quali danno luogo all'antocianina sono in gran parte dovuti ad ossidazioni, appare logico il domandarci se vi sia un rapporto tra la presenza dell'antocianina ed il funzionamento dei cloroplasti.

Se si considera la distribuzione dell'antocianina nei tessuti vegetali verdi, si osserva che in un grandissimo numero di casi la localizzazione

del pigmento antocianico è differente da quella della clorofilla, poichè esso si riscontra per lo più o nel tessuto acquifero o nell' epidermide o lungo i vasi, i quali tessuti, come si sa, o non contengono che una scarsa quantità di clorofilla, od anche ne difettano (*Begonia*, *Canna*, *Maranta*, ecc.). Inoltre in quelle piante che, per ragioni non ben note, presentano delle aree di albicazione disseminate variamente nel lembo fogliare, si osserva pure che il pigmento antocianico è di preferenza localizzato nelle cellule albicate o alle periferie di queste, al limite cioè tra il tessuto verde e quello incoloro (*Caladium*, *Alternanthera*, *Tradescantia*, *Amaranthus*, ecc.).

Se poi teniamo dietro al ravvivarsi della vegetazione nelle prime giornate della primavera constatiamo ben tosto che le foglie giovani sono pure, a dovizia, fornite di antocianina la quale scompare di poi quando la clorofilla ed il granulo clorofilliano si sono completamente organizzati e tanto l'uno che l'altro possono funzionare senza correr pericolo di venire lesi dall' intensa radiazione. D' altra parte nelle foglie autunnali vediamo pure che col cessare dell'attività del cloroplasto a causa delle condizioni esterne divenute sfavorevoli, ha luogo una contemporanea formazione di antocianina, la quale in questo caso si localizza appunto in quelle cellule che più specialmente sono destinate all' assimilazione, quali gli elementi del palizzata.

Aggiungeremo infine ancora che l'antocianina appare con particolare intensità di tinte nel fillomi fiorali quasi sempre privi o poveri dl cloroplasti, che le foglie di *Corylus* var. *rubra* le quali sono rosse in primavera diventano verdi all' estate quando cioè le condizioni favorevoli all' assimilazione raggiungono il loro *optimum* e che le piante saprofite, per lo più povere di cloroplasti, sono assai spesso colorate dall'antocianina.

Da questi fatti emerge, secondo il nostro modo di vedere, un certo rapporto tra la produzione dell' antocianina da una parte e l'attività dei cloroplasti dall'altra, nel senso che predominando l'azione di questi, che come si sa va collegata alla presenza di agenti riduttori, venga ostacolata la produzione del pigmento antocianico, la cui formazione reclama l' intervento di agenti dotati di un' azione affatto contraria a quella che è propria dei riduttori, cioè un'azione ossidante.

Le nostre vedute, per quanto teoriche, troverebbero un forte appoggio nelle osservazioni dell' Ewart (V. Linnean Society of London, 1896) poichè l'autore, dopo di aver dimostrato che la funzione fotosintetica dei cloroplasti, comincia solo dopo che questi hanno raggiunto un certo sviluppo, così si esprime a riguardo delle foglie giovani e rosse di *Betula lenta*: " ist a very close correspondence betwen

the commencement of assimilation and the disappareance of the protective red dye „.

Alcuni potrebbero obbiettare che nel processo di assimilazione clorofilliana ha luogo sviluppo abbondante di ossigeno il quale potrebbe paralizzare non solo l'azione del riduttore, ma contribuire persino alla formazione dell'antocianina. Noi faremo tuttavia osservare a questo proposito che l'ossigeno emesso dalle piante in energica assimilazione trovasi allo stato inattivo, come lo ha dimostrato con sicurezza il Pfeffer nel suo classico lavoro " Beiträge zur Kenntniss der Oxidationsvorgänge in lebenden Zellen, Leipzig 1889 „, il quale inoltre ha rilevato che nelle cellule clorofilliane della *Vicia Faba,* i processi di ossidazione si mostrano meno attivi che in quelle epidermiche prive di tali organiti.

Per ben comprendere i rapporti che possono intercedere tra la formazione dell'antocianina e l'indebolimento dell'attività dei granuli clorofilliani, noi dobbiamo ancora prendere in considerazione un altro momento fisiologico che è quello concernente l'accumulo dei prodotti di assimilazione (amido) nell'interno del cloroplasta stesso.

Secondo Saposcknikoff, Ewart ed altri autori, l'accumulo dei prodotti di assimilazione (amido) nell'interno del granulo clorofilliano, intralcia il normale funzionamento di questo, e può anche, se arriva ad un alto grado e persiste a lungo, produrre uno stato subpatologico nella costituzione stessa del granulo di clorofilla, a causa del quale questo perde la proprietà di diventare nuovamente attivo ed anzi accenna a scolorarsi (Buscalioni). Ora non è improbabile che venendo meno l'attività dei cloroplasti, questi perdano pure la facoltà di produrre quelle sostanze riducenti, siano queste di natura enzimatica, o vengano rappresentate dall'H allo stato nascente, grazie alle quali ha luogo la riduzione fotosintetica che apporta alla comparsa del granulo amilaceo. Eliminata la presenza del riducente, i fenomeni di ossidazione prenderebbero il sopravvento e quindi avrebbe luogo la formazione del pigmento antocianico. Ora un tale stato di pletora di sostanze idrocarbonate si verifica, secondo molti autori (Sachs, Overton, ecc.) precisamente nelle foglie autunnali al momento in cui queste arrossano e noi impareremo più tardi a conoscere dei casi analoghi.

Ammesso pertanto che il nostro concetto sia giusto e consono ai fatti, riesce manifesto che la teoria dell'Overton, basata su dati indiscutibili, dovrebbe venir modificata nel senso che non già esclusivamente all'accumulo degli zuccheri, ma bensì all'arresto nella eliminazione dell'amido e all'indebolimento dell'energia dei cloroplasti come formatori di sostanze riducenti, che a tale pletora si accompagnano, devesi attribuire

le facilità con cui sotto l'azione di una nutrizione abbondantemente idrocarbonata (zuccheri), si forma l'antocianina nelle foglie. [1]

Si potrebbe poi anche aggiungere che un eccesso di zucchero, secondo i lavori di Johanssen [2] e di Maquenne, [3] favorisce i processi di ossidazione.

Deporrebbero nel senso da noi messo in evidenza, alcune esperienze dell'Ewart fatte col metodo dei bacteri, secondo le quali nelle foglie giovani o vecchie, dove precisamente con maggior frequenza si sviluppa l'antocianina, una esposizione un pò prolungata al sole, provoca l'arresto dell'assimilazione in un tempo assai più breve di quello che si richiede per ottenere lo stesso effetto nelle foglie adulte, in cui i cloroplasti sono dotati di un forte potere fotosintetico.

Per portare un modesto contributo sulla questione che riguarda l'influenza che esercita l'assimilazione sull'antocianina, abbiamo eseguite alcune esperienze, le quali per quanto incomplete, non hanno mancato di offrire dei dati di un certo interesse.

Dalle ricerche del Vöchting, Ewart, Sachs, Jost, Mac Donald ed altri autori, risulta che le foglie delle piante tenute in atmosfere prive di CO_2 per lo più dopo un pò di tempo cessano di crescere e diventano gialle in seguito all'inanizione ed all'alterazione dei cloroplasti. Ciò ci ha indotti a studiare se una tale condizione di cose poteva provocare la comparsa del pigmento antocianico od aumentare la quantità dello stesso, quando di già le cellule fossero colorate.

A tale scopo le piante destinate all'esperienza vennero collocate sotto una campana di vetro, a perfetta tenuta d'aria [4] e munita di due tubulature l'una delle quali era in comunicazione con un aspiratore, l'altra con parecchi tubi ad U contenenti della pietra pomice imbevuta di potassa in soluzione concentrata, il cui ufficio era quello di trattenere tutto quanto il CO_2 contenuto nell'aria che l'aspiratore richiamava sotto la campana contenente le piante.

---

[1] Anche il Böhm, il Meyer, lo Schimper. il Klebs ed il Laurent hanno dimostrato che un eccesso di zucchero ritarda l'emigrazione dell'amido, anzichè favorire la trasformazione dello zucchero in amido.

[2] *Unters. a. d. Bot. Instit. Tübingen.*

[3] Maquenne, *Compt. Rend.* 1894.

[4] Per ottenere una perfetta tenuta d'aria e per impedire l'ingresso del CO_2 sotto la campana, abbiamo rivestito di mastice l'orlo del recipiente il quale poggiava nel fondo di una bacinella di vetro e quindi si è versato tutto all'ingiro della base della campana, talvolta del mercurio, tal altra dell'acqua, perchè noi riteniamo che il sistema di chiusura ottenuto colla semplice immersione parziale della campana in acqua, come è generalmente usato dagli esperimentatori, non sia del tutto privo di inconvenienti, contenendo talora l'acqua delle quantità non indifferenti di CO_2 che potrebbero spandersi nell'interno della campana.

Per maggior precauzione sotto la campana stessa eransi collocati alcuni pezzi di potassa caustica destinati ad assorbire ancora le traccie del CO_2 che venivano emesse dalle piante nell'atto della respirazione.

Una boccetta di lavaggio contenente acqua di Barite, intercalata sulla tubulatura che stabiliva il raccordo fra l'aspiratore e la campana, valeva ad indicarci, per mezzo dell'intorbidamento del liquido, se l'aria aspirata dalla campana conteneva ancora traccie sensibili di CO_2, ciò che mai si ebbe a verificare nei nostri esperimenti.

Accanto all'apparecchio così disposto, che veniva tenuto in luogo aperto e soleggiato, erasi collocata (in eguali condizioni di illuminazione) un'altra campana contenente le stesse piante di esperimento, alle quali però si faceva arrivare dell'aria normale, cioè non depauperata del CO_2.

Noi abbiamo esperimentato con piante già evolute di *Alternanthera*, di *Croton*, di *Oxalis*, di *Achyranthes* e di *Iresine*, come pure con piantine di *Lactuca sativa* e di *Polygonum Fagopyrum*.

Le piantine di *Polygonum Fagopyrum* vennero poste sotto le campane dopo di aver raggiunto un certo sviluppo all'oscuro, poichè era nostro intendimento, che i loro assi ipocotili crescessero eziolati, avendo il Batalin dimostrato che le piantine così trattate dopo poche ore (7-8) di esposizione al sole, arrossano intensamente i loro assi ipocotili. Ora noi abbiamo potuto constatare in diverse esperienze fatte nell'aprile del 1902, che nelle piantine tenute sotto la campana in cui l'aria circolava priva di CO_2, l'arrossamento avveniva un pò prima che in quelle di controllo ed inoltre la tinta era più vivace e si conservava più a lungo.

L'esperienza è un pò delicata perchè se non si sottopongono le piante alle identiche condizioni, in specie per ciò che concerne la luce, si possono ottenere dei risultati contradditori.

Colla *Lactuca sativa* var *Romana* sottovar. *rubra* si sono ottenuti gli stessi risultati, avendo noi parimenti impiegato delle piante previamente fatte eziolare all'oscuro. Naturalmente le piantine private di CO_2 non raggiungevano lo sviluppo di quelle fatte vegetare all'aria normale.

Le ricerche eseguite colle piantine eziolate avevano lo scopo di studiare l'influenza che può spiegare la mancanza del CO_2 nell'assimilazione e nella formazione dell'antocianina: quelle che ora descriveremo, eseguite su piante adulte, erano invece dirette anche a stabilire se la mancanza del CO_2 possa in qualche modo influire sull'antocianina precedentemente formatasi.

Le piante di *Croton*, di *Alternanthera*, di *Oxalis*, di *Iresine* e di *Achyranthes*, vennero messe sotto le campane prive di CO_2 in condizioni normali di esistenza. I risultati ottenuti furono alquanto incerti a causa

delle variazioni individuali che reclamano numerosi esperimenti, e per ciò ci limiteremo a notare che le sole foglie giovani di *Alternanthera* divennero alquanto più rosse nelle atmosfere prive di CO_2 in confronto di quelle tenute in condizioni normali.

In taluni dei nostri esperimenti, in cui accanto alle varietà rosse di una data specie si erano anche collocate quelle verdi, allo scopo di studiare se le prime si comportassero alquanto diversamente dalle seconde, in seguito alla mancanza del CO_2, si ottennero quasi sempre dei risultati negativi, non essendosi notato differenza marcata per quanto riguarda le manifestazioni morbose indotte dalla mancanza del CO_2 ed il momento in cui queste appajono, per cui i nostri esperimenti non costituiscono altro che una conferma di quanto già ebbero a segnalare in proposito il Vochting, il Mac Donald e Ewart ed altri autori. Le foglie rosse di *Croton*, *Alternanthera*, *Oxalis* ed *Achyranthes* non modificarono la tinta rossa prima della caduta, benchè negli ultimi giorni della loro esistenza non presentassero più traccia di amido o di altri prodotti dell' assimilazione *(Achyranthes)*; quelle di *Iresine* invece cominciarono fin dai primi giorni di esperimento a mostrare delle aree di color verde nelle quali per lo più si trovava insediata una gocciolina di colore rosso. Dopo un pò di tempo il color verde si sostituiva al color rosso in tutto l'ambito della foglia, ad eccezione, forse. dell'apice che continuava a mostrarsi ancora leggermente rosso, ed allora la foglia si staccava dal ramo, oppure non tardava ad avizzire in sito. Coll' inverdimento le foglie erano inesorabilmente perdute perchè noi non siamo mai riusciti a mantenerle in vita sottraendole alla privazione del CO_2 e riportandole in condizioni normali. Noi ci affrettiamo però subito a notare che questo reperto, abbastanza singolare, non deve esser considerato come una manifestazione morbosa provocata dalla mancanza del CO_2, ma semplicemente come un dato patologico dovuto all'iniezione degli spazi intercellulari sotto l'influenza della necrobiosi delle foglie, per cui noi avremo occasione di incontrarlo nuovamente in altri esperimenti intesi a provocare in un modo qualsiasi, purchè lenta, la morte delle foglie.

In seguito a questi risultati, noi abbiamo anche tentato di studiare l'azione dell' H sopra le foglie rosse e a tal uopo si è fatto penetrare una corrente di H, — che si era previamente depurato col permanganato di potassio, — sotto una piccola campana contenente fiori e foglie colorate dall'antocianina. Le campane, a collo largo, pescavano nell'olio o nella glicerina ed erano quindi chiuse ermeticamente.

Per agevolare l' azione dell' H sui tessuti, noi abbiamo tenuto le campane in una stufa nella quale la temperatura veniva a poco ele-

vandosi. Un' altra campana di controllo, contenente parti eguali del vegetale, veniva posta nelle identiche condizioni, senza però che nell' interno si fosse iniettato dell' idrogeno.

Con molte piante (*Salvia*, *Iresine*, *Delphinium*, ecc.) l' esperimento non ha dato risultati decisivi, sebbene la temperatura si fosse elevata nella stufa fino a circa 90°; operando invece con foglie di *Coleus* e di *Canna* (var. *rubra*) si è potuto constatare che l' H aveva una certa azione, sia pure debole, perchè provocava, verso 50-60°, un leggero impallidimento nella tinta rossa del pigmento, il quale però, tornava a riacquistare il colore primitivo quando le foglie venivano tolte dalla campana.

Noi non vogliamo dar troppo peso a questa esperienza, non sempre decisiva, tanto più che non si è potuto far uso dell'H allo stato nascente, perchè i reagenti ed i processi che richiede la sua preparazione avrebbero certamente influito nell'esito delle esperienze, ma ciò non di meno crediamo opportuno segnalare i risultati avuti colla *Canna* e col *Coleus* parendoci che gli stessi non siano del tutto privi d' interesse.

Dal complesso dei fatti osservati è lecito affermare che l' indebolimento dei processi di assimilazione, collegati come sono a fenomeni di riduzione, costituisca, in determinati casi ed entro certi limiti, una condizione favorevole allo sviluppo delle colorazioni antocianiche in taluni organi delle piante.

Questa nostra ipotesi, la quale troverà argomenti di conferma nelle esperienze che avremo occasione di descrivere in altri capitoli, potrebbe, da un punto di vista puramente teorico, portare non poca luce sulla grave questione, tuttora controversa, dell' origine dei fillomi fiorali, per spiegare la quale fino ad ora si è preso in considerazione unicamente l'intervento degli animali pronubi, ciò che ha portato a giudizi ed apprezzamenti troppo unilaterali.

Egli è noto che lo stato primordiale dell' evoluzione fiorale è rappresentato da quelle piante superiori nelle quali manca una differenziazione tra i vsri verticilli fiorali, per quanto concerne il colore ed in cui pertanto tutti quanti i fillomi sono colorati in verde. Più altamente evolute sono invece quelle forme, nelle quali i differenti verticilli fiorali, ed in ispecie i petali, hanno subìto quelle profonde metamorfosi a tutti note e caratterizzate dalla comparsa di pigmenti della serie antocianica e xantica. Tutti gli autori concordano nell' ammettere che la causa biologica di una tale metamorfosi vada ricercata nella necessità della staurogamia, ma noi faremo osservare che anche dà un punto di vista puramente anatomo-fisiologico si potrebbe spiegare siffatta evoluzione almeno nelle sue grandi linee. Noi sappiamo infatti dalle esperienze sopra ricordate di Saposknikoff, che un infarcimento dei prodotti

dell'assimilazione (amido) nell'interno dei cloroplasti, ne provoca la loro disorganizzazione quando sia troppo a lungo protratta. Ora colla scorta di questo dato si può affermare che i cloroplasti dei primordiali fillomi fiorali verdi e poco differenziati, in tempi assai remoti siano andati incontro ad un processo di degenerazione, provocato appunto dall'eccesso di idrati di carbonio che dalle differenti parti della pianta dovevano affluire al fiore per intrattenere l' evoluzione dell' ovario e dei semi. In tali condizioni di cose i cloroplasti della corolla hanno dovuto certamente subire l'azione dell' arresto nell' emigrazione delle sostanze di assimilazione da loro prodotte e quindi a poco a poco sono andati disorganizzandosi per produrre i diversi cromoplasti che attualmente si riscontrano nelle cellule dei petali ed anche sono scomparsi, lasciando così libero campo ai processi ossidanti di provocare la formazione delle antocianine nel fiore.

Nel tempo istesso l'arresto degli assimilati e l'aumento degli zuccheri nelle regioni del fiore, deve aver contribuito a favorire l'evoluzione dei nettari fiorali ricchi, come è noto, di zucchero. Avvenuta poi la trasformazione della brattea fiorale in un vero e proprio autofillo, i fiori hanno cominciato a richiamare l'attenzione dei pronubi che hanno di poi trovato tanto nel nettare quanto nel polline due sostanze utilissime alla loro esistenza e quindi hanno rese più regolari e intime le loro visite ai fiori, ciò che ha portato alla staurogamia.

A sua volta il fiore ha sentito nei nuovi rapporti cogli animali uno stimolo ed una eccitazione per la variazione e la reazione, ed è quindi a poco a poco venuto accentuando quelle modificazioni profonde di forma che oggigiorno trovano la più alta espressione nelle piante a fillomi più progrediti (Orchidee, Leguminose, ecc.) e che hanno trovato dei geniali interpreti nei più grandi cultori della biologia moderna il Darwin, il nostro Delpino, il Müller ed altri. [1]

Con questa nostra ipotesi la teoria dell'evoluzione fiorale verrebbe messa in nuova luce e sotto un punto di vista affatto differente da quello sotto cui vennero considerando il fiore i moderni biologici. Con questo però noi siamo ben lungi del volere negare che la staurogamia abbia potuto spiegare, in via secondaria, una influenza qualsiasi nell'ulteriore evoluzione fiorale, essendo troppi i dati che depongono in questo senso.

---

[1] Il fatto che molte piante fornite di autofilli primordiali verdi non producono dei frutti e dei semi grossi, deporrebbe a favore della nostra ipotesi, nel senso che essendo nelle stesse meno accentuato il trasporto dei materiali plastici al fiore, i fillomi fiorali più esterni hanno continuato ad assimilare, non correndo essi il pericolo di subire un infarcimento per parte delle sostanze assimilate.

Prima di abbandonare il quesito dell'assimilazione è duopo che ci soffermiamo ancora sopra taluni fatti stati posti in evidenza dal Griffon e da altri autori, dai quali risulterebbe che i processi di assimilazione non si compiono con eguale energia nelle foglie rosse e nelle verdi. Dall'esame critico delle osservazioni dei nostri precedessori appare manifesto che gli stessi non operarono sempre in condizioni assolutamente incensurabili, in quanto che per stabilire i confronti adoperarono piante appartenenti a specie differenti, o per lo meno individui diversi arrivando a conclusioni opposte, sebbene tutti, in ultima analisi, siano concordi nell'ammettere, per ragioni diversissime e per vedute peculiari dei singoli osservatori, che le varietà rosse assimilano meno energicamente (V. Capitolo XI della 2ª parte).

Per assodare il fatto noi abbiamo cercato di studiare il fenomeno dell'assimilazione fotosintetica impiegando, all'uopo, le varietà rosse di *Corylus*, perchè queste piante all'approssimarsi dell'estate portano ad un tempo foglie verdi e rosse.

Disgraziatamente però a causa della stagione inoltrata in cui si cominciarono le esperienze e per altre cause ancora, i nostri esperimenti non furono troppo numerosi.

Come è noto il *Corylus*, v. rossa, sviluppa dapprima delle foglie rosse per antocianina, ma dopo un periodo di tempo più o meno lungo tende ad inverdire, per cui se si sceglie opportunamente l'epoca dell'esperimento si possono riscontrare sui singoli rami tanto delle foglie rosse che verdi. Oltre a ciò con disposizioni semplicissime delle quali parleremo più tardi, si può pure provocare, ad arte, un indebolimento di colore più o meno precoce del fogliame rosso. Nelle nostre esperienze si utilizzarono tanto le foglie verdi che quelle rosse le quali vennero scelte di eguali dimensioni e di eguale età (per quanto era possibile).

Le foglie, appena staccate dalla pianta, vennero introdotte in due recipienti di vetro, uno dei quali era destinato per le foglie rosse, l'altro per quelle verdi. I due apparecchi, muniti di chiavetta a chiusura ermetica, non si tosto riempiti, furono esposti alla luce in condizioni però eguali di illuminazione e temperatura, onde provocare nelle foglie i processi di assimilazione ed ottenere così una certa quantità di ossigeno.

Trascorso un determinato periodo di tempo tanto dall'apparecchio contenente le foglie rosse quanto da quello racchiudente quelle verdi, si estrasse un determinato volume di aria che venne raccolta in due provette tenute capovolte sul mercurio e si procedette di poi all'analisi dei gas.

Senza entrare in ulteriori ragguagli, diremo soltanto che l'esame eseguito coll'apparecchio di Bonnier e Mangin (V. Aubert, Revue

Gen. di Bot., 1891, p. 97) ci ha permesso di constatare che le foglie rosse assimilano meno energicamente in confronto di quelle verdi, ed in conseguenza noi siamo autorizzati ad affermare che nelle foglie antocianiche i processi di assimilazione fotosintetica sono alquanto indeboliti, il che tenderebbe a confermare piuttosto i risultati di Jumelle anzichè quelli di Griffon, il quale ritiene che la minor potenza assimilatrice delle foglie rosse non sia dovuta al pigmento, ma a cause anatomo-istologiche inerenti alla natura stessa delle foglie, indipendentemente della presenza o meno dell'antocianina.

Alcuni potrebbero obbiettare che le foglie rosse del *Corylus* si trovino in uno stadio di evoluzione meno avanzato di quelle verdi, ma è nostra convinzione che una tale osservazione sia priva di fondamento, perchè la scomparsa dell' antocianina non coincide nel *Corylus* colla maturità fogliare e poi il momento in cui essa si verifica è variabilissimo da foglia a foglia e non segue la legge che regola l'evoluzione delle differenti foglie di un dato ramo.

CAPITOLO IX.

Rapporti delle antocianine cogli stomi. [1]

Alcuni autori, come si è veduto nella 2ª parte del presente lavoro, hanno incidentalmente accennato alla circostanza che talora gli stomi sono circondati da cellule antocianiche, ma gli stessi non si sono preoccupati di ricercare se un fenomeno così singolare sia puramente accidentale od abbia, all'opposto, il suo fondamento in qualche speciale

---

[1] Su questo argomento si consultino le seguenti opere.:

Antony, l. c. nella *Bibl. gen.* — Benecke, *Die Nebenzellen d. Spaltöffnungen, Bot. Zeit.*, 1892. — Bessey, *Some consideration upon the function of Stomata. Science*, 1898. — Buscalioni e Pollacci, l. c. — Chester Grace, *Die Bau u. Function d. Spaltöffnungen auf d. Blumenblätter u. Antheren. Ber. d. deut. Bot. Gesellsch.*, XX, 1897. — Czeck, *Ueb. d. Function d. Stomata, Bot. Zeit.*, 1869. — De Vries H., *Bot. Zeit.*, 1884. — Id., *Plasmolitische Studien etc.*, Pringsheim Jahrb., Bd. XIV. — Id., Pringsheim Jahrb., Bd. XVI. — Dixon, l. c., *Bibl. gen.* — Id., *Note on the rôle of osmosis in traspiration*, *Proc. Iris. Akad.*, 1896. — Gardiner, *The biology of the cell wall etc.*, *Proc. of the R. Soc. of London*, 1898. — Haberlandt, *Kenntniss d. Spaltöffnüngapparat*, *Flora*, 1887. — Hill A., *Philos. Trans. Roy. Soc.*, 1901. — Ikenos, *Number and Size of Stomata in various leaves, Bot. Mag.*, Tokio, 1874. — Kienitz Gerloff, *Die Protoplasma Verbindungen etc.*, *Bot. Zeit.*, 1891. — Klebahn, *Ueb. Assimilationsenergie u. Spaltöffnungsmekanik*, *Bot. Gesellsch*, *d.* 67. *Versammlung Deutsch. Naturf. u.*

nesso biologico. L'oscurità che regna pertanto attualmente su questa singolare disposizione di cose, ci ha indotti ad iniziare una serie di ricerche intese a porre appunto in evidenza i momenti fisiologici che provocano con tanta frequenza la comparsa dell'antocianina là dove esistono gli apparati di aereazione dei tessuti e di traspirazione.

I risultati delle nostre ricerche sono consegnati nel presente capitolo: noi studieremo pertanto dapprima la vicendevole distribuzione del pigmento e degli stomi, stabilendo in pari tempo alcune osservazioni sul numero di questi ultimi nelle parti verdi od antocianiche, ed in secondo luogo, colla scorta dei dati che ci può offrire l'analisi della pressione osmotica studiata nelle varie cellule dell'epidermide, cercheremo di ricavare alcune conclusioni sull'intima essenza del meccanismo funzionale degli stomi, in rapporto colla presenza dell'antocianina.

A) Localizzazione dell'antocianina e degli stomi.

Nelle parti adulte fornite di stomi, l'antocianina è giammai localizzata nelle cellule di chiusura, salvo il caso in cui queste, per peculiari condizioni, si siano arrestate nello sviluppo. Un'apparente ecce-

---

Aerzte Vereins in Lubbock, 1895. — Id., *Zur Mekanik d. Spaltöffnungsbewegungen. Bot. Centralbl.* Vol. LXIV, 1895. — KLEMM, *Die Nebenzellen d. Spaltöffnungen Bot. Zeit.*, 1892. — KOHL, *Bot. Centralbl.*, Bol. 72, 1897. — Id., *Die Transpiration d. Pflanzen Braunschweig*, 1886. — Id., *Ber. d. Deutsch., Bot. Gesellsch.*, 1897 e 1900. — KUHLA, *Die Plasmaverbindungen b. Viscum album, Bot. Zeit.*, 1900. — LEITGEB, *Beitrage z. Physiol. d. Spaltöffnungsapparat. Mitt. d. Bot. Institut*, Graz, 1886. — OVERTON, *Ueb. d. osmotische Eingeschaften d. lebenden Pflanzen u. Thieren. Vierteljahresschrift d. Naturf. Gesellsch. Zurik*, 1895. — PFEFFER, *Osmotische Untersuchungen*, 1877. — Id., *Handb. d. Pflanzen Physiol.* — Id., *Plasmahaut u. Vacuolen*, 1890. — POTONIÈ, *Die Beziehungen zwischen die Spaltöffnungen u. d. Stereomgewebe etc., Naturwis. Wochenschr.* Bd. VI, 1891. — PRANTL, *Flora*, T. LX, 1872. — ROSANOFF W., *Heteromorphismus d. Spaltöffnungen. Russisch Naturforsch. Versammlung*, 18‹·9. — ROTH, *On the Opening of Stomata Bull. Torrey Bot. Club. New York*, 1888. — SCHAEFFER, *Ueb. d. Einfluss d. Turgor d. Epidermiszellen auf d. Function d. Spaltöffnungen* Pringsh. Jahrb., 1888. — SCHELLEMBERG, *Beitr. z. Kenntniss d. Bau u. Function d. Spaltöffnungen. Bot. Zeit.*, 1896. — SCHWENDENER, *Ueb. d. Bau u. Mekanik d. Spaltöffnungen. Monastschr. d. Akad. d. Wissensch.* Berlin, 1881. — STRASBURGER, *Ueb. Plasmaverbindungen pflanzlicher Zellen. Pringsheim Jahrbucher*, 36. — TANGL, *Zur Lehre d. Continuetat d. Plasmas im Pflanzengewebe. Sitzungsb. d. V. Wiener Akad.*, 1884, T. XL. — UNGER F., *Offnen u. Schliessen der Spaltöffnungen bei d. Pflanzen. Sitzungsber., d. V. Akad. Wissensch. Wien*, T. 25, 1857. — WEISS, *Weitere Untersuch. ub. d. Zahlen u. Grossverhaltnisse d. Spaltöffnungen etc., Sitzungsber. d. K. Akad. Wissensch. Wien*, 1890, Bd. XCIX. — WESTERMAJER, *Ueb. d. Spaltöffnungen u. ihre Neberapparat. Festschrift f. Schwendener*, 1889. — YUDUKI, *The Size and the Number of Stomata. Bot. Mag. Tokio*, 1900.

zione alla regola venne da noi trovata nelle brattee del *Cyperus Papyrus* poichè ivi le rare cellule stomatiche si presentano colorate da una sostanza rossastra che noi però non abbiamo analizzato microchimicamente per stabilire se la stessa sia costituita da antocianina o non piuttosto da flobafeni. Sta però il fatto che tali stomi non erano funzionanti e quindi a rigor di termine non viene infirmata la regola testè enunciata.

L'essere adunque costantemente prive di pigmenti le cellule stomatiche normalmente funzionanti non può venir considerato come una pura accidentalità, ma bensì come un fenomeno intimamente collegato col loro funzionamento che verrebbe, come fra poco avremo occasione di constatare, intralciato dalla presenza del pigmento in questione.

All'opposto con molta frequenza si incontrano gli elementi confinanti cogli stomi e le cellule annesse di questi riccamenti forniti di antocianine, sia che il pigmento abbia pure sede nelle altre cellule dell'epidermide, o faccia ivi, all'opposto, difetto. Nel primo caso poi il pigmento assume una tinta assai viva in vicinanza degli stomi.

Noi riporteremo qui alcuni esempi nei quali i rapporti tra la localizzazione dell'antocianina e la distribuzione dell'apparato di traspirazione appaiono maggiormente evidenti.

Tradescantia discolor. Le foglie sono rosse in corrispondenza della pagina inferiore, verdi sulla superiore; però se si esaminano attentamente, si osserva che lungo il margine libero della faccia superiore vi ha un'orlo esilissimo colorato in rosso. L'esame microscopico lascia riconoscere che gli stomi si trovano sparsi in tutta quanta la pagina inferiore dove l'antocianina occupa tutte quante le cellule epidermiche, ad eccezione, come è stato detto, di quelle di chiusura, ed inoltre invadono pure la regione arrossata della faccia superiore. Nella rimanente porzione di questa mancano. La forma delle cellule epidermiche è pure differente nelle due zone, inquantochè dove sonvi gli stomi le stesse sono subrotonde o poligonali (V. Tav. XIII, fig. 2 e 5), nelle parti verdi invece, si presentano rettangolari (V. Tav. XIII, fig. 4). Qui adunque pare evidente che vi sia un rapporto strettissimo tra la presenza degli stomi, l'antocianina e la forma delle cellule.

Begonia. Fra alcune varietà appartenenti probabilmente al gruppo delle *B. imperialis* la pagina inferiore della foglia è vivamente colorata in rosso nel mezzo, verde invece sull'orlo. L'esame microscopico dimostra che nelle regioni arrossate abbondano i campi stomatici i quali poi sono ampi e ricchi di stomi, mentre alla periferia delle foglie gli stessi sono più piccoli e più poveri di stomi (tre o quattro stomi per campo).

La singolare disposizione riesce molto distinta se si riproduce per mezzo delle pellicole di collodio l'impronta dell'epidermide della faccia

inferiore delle foglie. L'antocianina, nella regione arrossata, è diffusa in tutte le cellule epidermiche, ma si mostra in maggiore copia presso i campi stomatici, attorno ai quali forma quasi una guaina più o meno intensamente rossa. Essa inoltre si infiltra in mezzo agli elementi degli stomi, colorando anche le cellule annesse degli stessi.

In altre specie di *Begonia*, le cui foglie hanno stomi isolati, il pigmento appare presente in tutte quante le cellule epidermiche, ma ciò non di meno è più vivamente tinto in quelle annesse.

Polygonum Sieboldi. In questa pianta la correlazione tra la disposizione degli stomi e la distribuzione dell'antocianina, molto evidente nel caule ed in altri organi, è stata segnalata dal D. Montemartini nel suo lavoro sul sistema assimilatore del *Polygonum Sieboldi* (V. bibliografia). La fedele descrizione che ci ha dato l'A. ci dispensa dall'entrare in ulteriori dettagli.

Amaranthus. In alcune specie l'antocianina occupa le cellule prossime agli stomi. Le altre, più piccole, per lo più sono prive.

Saxifraga rotundifolia. Anche in questa pianta le foglie presentano gli stomi raccolti nei così detti " campi stomatici „ che si mostrano circondati da una guaina di antociano. Il pigmento si infiltra inoltre tra le cellule interposte agli stomi. Le cellule epidermiche distribuite fra i vari campi sono assai spesso prive di pigmento, oppure ne contengono una scarsa quantità, onde appaiono solo pallidamente tinte in rosso.

Strobilanthes. La pagina inferiore della foglia è colorata in rosso, ma il pigmento è prevalentemente localizzato attorno agli stomi.

Centradenia floribunda. Si osservano gli stessi fatti che abbiamo segnalati nello *Strobilanthes*.

Brachychiton populneum. La pagina inferiore della foglia è colorata dall'antocianina ed il pigmento appare tanto più vivamente colorato, quanto più le cellule che esso impregna sono prossime agli stomi. Molte cellule assai discoste da questi organi sono persino prive di antocianina.

Saxifraga e *Sempervivum*. Nelle foglie di molte specie di questi due generi appare manifesto che l'antocianina si colora di più in vicinanza degli stomi.

Eranthemum. L'antocianina, ricca di tannino, invade le cellule delle due epidermidi fogliari infiltrandosi anche nei peli capitati di cui è munita l'epidermide. Il pigmento occupa non solo le cellule epidermiche, ma anche le annesse e talora penetra persino nelle cellule stomatiche, ma quando ciò avviene si osserva che l'apparato stomatico non ha raggiunto uno sviluppo completo.

Rumex sp. In queste piante il pigmento diventa talora così abbondante in vicinanza degli stomi che riesce persino a precipitare sotto

forma di grumi, mentre nelle altre cellule epidermiche si presenta sotto l'aspetto ordinario, vale a dire disciolto nel succo cellulare.

Un più accentuato accumulo di antocianina attorno agli stomi ha pure luogo nel picciuolo fogliare della *Ferula ferulacea,* in molte rosette fogliari appressate al terreno, nelle foglie di *Nidularium spectabilis* ed in altre piante ancora.

Molte volte le cellule epidermiche non contengono antocianina, ma ciò non di meno il rapporto tra il pigmento e gli stomi non è meno manifesto, inquantochè il primo invade la camera d'aria sottoposta agli stomi. Una tale disposizione di cosa si verifica nella spata colorata in rosso di taluni *Anthurium,* nel *Pothos*, nella *Pulmonaria officinalis*, nella *Corydalis bulbosa* ed in altre piante.

Se noi ora rivolgiamo la nostra attenzione a quelle foglie nelle quali le regioni che si trovano ancora in via di attivo sviluppo presentansi antocianine, troviamo dei reperti alquanto differenti da quelli testè segnalati. Innanzi tutto noi dobbiamo notare che gli stomi, ivi pure in tutti gli stadi di formazione, sono completamente avvolti da cellule ricche di antocianina, la quale scompare del tutto od in parte, a misura che la evoluzione fogliare si avvicina al termine. Tale disposizione è abbastanza evidente nel *Cypripedium venustum,* in talune *Saxifraga* e *Sempervivum*, nella *Beaucarnea*, in molte *Begonie*, nella *Ballota nigra*, in taluni *Aster*, e nel *Rumex Acetosa.* In quest'ultima pianta tutta l'epidermide fogliare in attivo sviluppo è rossa, ma il color si fa più intenso in prossimità degli stomi in formazione.

Ma vi ha di più: Nel *Sedum hibericum* ed in alcune *Fuchsia*, l'antocianina che abbonda nelle parti delle foglie in via di sviluppo invade anche le cellule annesse, [1] dove anzi si mostra intensamente colorata, e talora anche si sviluppa nelle cellule madri dello stoma. Però qualche volta si osserva che qualche cellula annessa, per ragione non ben nota manca di pigmento.

In taluni *Sempervivum* si ripete lo stesso fenomeno, ma il rapporto tra stomi ed antocianina appare quivi assai manifesto pel fatto che le cellule epidermiche alquanto discoste dagli stomi in formazione spiccano sulle altre per mancanza di una colorazione rossa.

Nelle foglie giovani di *Strobilanthes* le cellule madri degli stomi sono fortemente colorate dall'antocianina e lo stesso può dirsi, infine, per la *Cyrtanthera* e per le Brattee di talune *Begonie* (V. Tav. XIII, fig. 3). In queste ultime però gli stomi appena si sono individualizzati

[1] Nelle differenti piante le cellule annesse si comportano in modo molto variabile rispetto alla colorazione essendo rosse in talune (Canna), incolore in altre.

perdono il pigmento che invece permane, intensamente colorato, nelle altre cellule fiancheggianti l'apparato di chiusura.

Infine segnaleremo ancora che nelle giovani foglie di *Nimphaea*, ancora sommerse, l'antocianina, diffusa nelle due epidermidi, manca del tutto negli elementi della faccia superiore destinati a trasformarsi in cellule stomatiche ed in talune cellule della pagina inferiore a quelli analoghi.

Dai molti esempi che abbiamo riportati e da quelli che vennero segnalando i nostri predecessori, risulta assodato che si ha un certo nesso funzionale tra la presenza degli stomi e la distribuzione delle antocianine. Egli è vero che in molte parti di piante fornite di antocianina e di stomi tale rapporto non si manifesta più così nettamente od anche manca del tutto (*Eucomis punctata* e *Rosa sp.* (giovani rami), *Rhododendron hybridum* ed *Helleborus niger* (fiori): *Hyacinthus orientalis* (scapo fiorale): *Phaseolus* (ovario), ma la incostanza del reperto non diminuisce l'importanza dei risultati positivi che sono stati posti in evidenza, valendo esso semplicemente ad indicare che, a seconda dei casi, la pianta può raggiungere uno stesso scopo finale, di qualunque natura esso possa essere, con mezzi e disposizioni differenti e svariatissimi.

B) Numero degli stomi nelle parti verdi ed antocianiche.

La frequenza con cui l'antocianina si mostra in vicinanza degli stomi ci ha indotti a ricercare se questi fossero più numerosi, o viceversa meno abbondanti, nelle parti fornite di pigmento in confronto di quelle verdi od incolore, ed a tale scopo si è proceduto al conteggio degli stomi nelle varie regioni delle foglie macchiate di rosso e di verde (*Canna*, *Achyranthes*, *Tradescantia*, *Coleus*, *Pelargonium*, etc.), ma disgraziatamente non si è potuto arrivare ad una conclusione variando troppo il numero degli stomi non solo da una regione all'altra della foglia, ma ancora da individuo ad individuo.

C) Il Coefficente osmotico delle cellule antocianiche e di quelle prive di pigmento.

I dati che abbiamo raccolto analizzando la distribuzione dell'antocianina e degli stomi se valgono a dimostrare che l'antocianina tende ad accumularsi là dove esistono gli apparati di aereazione o di traspirazione, non ci forniscono però alcun ragguaglio sull'intima essenza

delle cause che determinano una così singolare disposizione d'indole istologica. Queste vanno perciò ricercate con altri metodi, fra i quali, per ragioni che verranno discusse più tardi, ottimo si è dimostrato quello proposto dal De Vries per le misure dei cofficenti osmotici.

Noi abbiamo pertanto studiato dapprima il coefficente osmotico delle cellule epidermiche sia antocianiche quanto incolore e di poi, sempre colla scorta di tale metodo, stabilito dei confronti fra i valori ottenuti dall'esame delle cellule epidermiche con quelli desunti dalle indagini istituite sulle cellule stomatiche.

La ricerca, come è noto, consiste nel determinare il grado di concentrazione che deve avere una soluzione di nitrato di potassio affinchè possa provocare la contrazione ed il distacco del contenuto cellulare dalla membrana. A scanso di equivoci noi noteremo qui che dovendosi nel nostro studio stabilire unicamente dei rapporti fra le cellule antocianine, quelle incolore e gli stomi, non ci siamo preoccupati di determinare con rigorosa esattezza quale era, nei singoli casi, il grado di concentrazione della soluzione atto a produrre il fenomeno sopra ricordato. Le cifre ottenute non hanno quindi un valore assoluto, ma solo relativo ed approssimativo.

Colle modificazioni introdotte si è semplificato notevolmente la ricerca, ma ciò non toglie che questa sia assai delicata ed anco non del tutto priva di cause d'errore poichè se è facile stabilire, anche con esattezza, il momento in cui un protoplasma contenente antocianina si stacca dalla parete cellulare, oltremodo malegevole riesce invece rilevare il distacco quando vi hanno protoplasti incolori o verdi, quali sono appunti quelli di molte cellule epidermiche, dei peli e degli stomi.

Non occorre aggiungere che siffatto studio, perchè possa fornire dei risultati comparativi attendibili, deve esser eseguito su elementi della stessa natura e dello stesso organo quali sono, ad esempio, le differenti cellule di una data epidermide od i diversi elementi di un pelo.

Premesse queste considerazioni, che erano assolutamente necessarie, veniamo ora ai risultati ottenuti.

1.° Il Coefficente osmotico dei peli, e delle cellule epidermiche.

Drosera. I tentacoli sono ricchi di antocianina ed il pigmento va aumentando di intensità di colorazione verso l'apice dell'organo.

Con soluzioni al 3—4 $^0/_0$ di nitrato di potassio (KNO^3) la contrazione del protoplasma è marcata alla base del tentacolo, poco evidente invece all'apice.

Gynura aurantiaca. I peli articolari ed antocianici di cui sono forniti le foglie ed i fusti presentano la singolare caratteristica di aver solo talune cellule colorate del pigmento. Oltre a ciò il pigmento diventa più intensamente colorato verso l'apice del pelo.

Con soluzioni al 3 % di KNO^3 ha luogo la contrazione del contenuto cellulare negli elementi incolori, mentre solo con soluzioni al 3,50 % anche nelle cellule rosse basali si manifesta un primo accenno di contrazione.

Nelle cellule apicali più intensamente colorate e nelle quali, pertanto, è maggiore la quantità di pigmento la contrazione avviene soltanto sotto l'azione di soluzioni un po' più concentrate.

Oxalis corniculata, (var. rossa). Il potere osmotico delle cellule epidermiche rosse è discretamente elevato, cominciando la contrazione a manifestarsi con soluzioni al 4—5 % di KNO^3 ed essendo generalizzata solo con soluzioni al 7 %.

Le cellule prossime agli stomi sono quelle che richiedono maggior concentrazione per manifestare il fenomeno del distacco del protoplasma.

Iris germanica. La faccia inferiore ed esterna del perigonio ha una colorazione bleu meno intensa di quella che è propria della faccia superiore. Ora con soluzioni al 2 % di KNO^3, si provoca, nelle cellule della pagina inferiore, una distinta contrazione, mentre nessuna reazione si ha in quelle della faccia superiore. Lo stesso dicasi se si paragona il potere osmotico dei segmenti del perigonio poveri di antocianina con quello che è proprio dei fillomi più colorati.

Rosa sp. (Peduncolo fiorale). La epidermide appare vivamente colorata in rosso dal lato soleggiato, verde invece da quello rivolto verso l'ombra. Tanto su una faccia che sull'altra, il potere osmotico delle cellule epidermiche è abbastanza elevato, poichè solo con soluzioni al 8—10 % di KNO^3 si riesce a determinare il distacco del protoplasma della parete cellulare. Le cellule rosse sono però meno sensibili di quelle verdi.

Cypripedium. Le foglie di talune specie si presentano chiazzate di rosso su fondo verde, in corrispondenza della faccia inferiore. Le soluzioni di KNO^3 al 2,75—3 % provocano già la contrazione del contenuto nelle cellule incolore dell'epidermide, mentre non hanno ancora azione su quelle rosse, o tutto al più agiscono come debolmente plasmolizzanti. Lo studio del potere osmotico va fatto nelle foglie giovani poichè in quelle vecchie con facilità ha luogo diffusione del pigmento al di fuori delle cellule.

Saxifruga crassifolia. Su certi esemplari i cui peduncoli fogliari hanno cellule rosse frammiste ad elementi verdi la contrazione avviene dap-

prima in quest'ultime (Soluz. al 2,75—3 °/₀ di KNO^3). In altri invece le differenze sono meno accentuate.

Pirus Malus. I frutti di molte varietà di pomi sono verdi dal lato ombreggiato, rossi da quello soleggiato essendo la parte esposta al sole riccamente fornita di antocianina che impregna le cellule epidermiche ed il tessuto sottostante. L'immersione dei lembi di tessuto rosso in soluzioni piuttosto concentrate di KNO^3 (15 °/₀) provoca una forte contrazione delle cellule con conseguente accartocciamento del preparato. Il fenomeno appare meno spiccato se si sottopongono allo stesso trattamento i tessuti omologhi staccati dal lato verde, ciò che tenderebbe ad indicare che le parti rosse sono più ricche di acqua in confronto di quelle verdi.

Cymbidium aloifolium. In corrispondenza della parte mediana i petali presentano delle striature rosse su un fondo verdognolo. Una soluzione all'1,75 °/₀ di KNO^3 stacca fortemente il protoplasma dalla parete delle cellule verdi, riesce invece soltanto debolmente attiva od anche non mostra alcuna azione sugli elementi rossi.

Tradescantia discolor. Con soluzioni di KNO^3 all'1,75 °/₀ le cellule della pagine superiore delle foglie prossime agli stomi e colorate in rosso appena accennano a contrarre il contenuto, mentre quelle verdi o incolore lo coartano notevolmente.

Sempervivum tectorum. Sulla punta della foglia dove abbondano gli stomi le cellule epidermiche sono per lo più colorate in rosso. Ora una soluzione al 2,75 °/₀ di KNO^3, non riesce ancora a provocare il distacco dei protoplasmi nelle parti antocianiche mentre lo determina, più o meno intensamente, in quelle verdi o solo pallidamente colorate dal pigmento.

Paeonia sp. Le cellule colorate del nettario che si trova alla base dei petali bianchi hanno un potere osmotico molto elevato contraendo i loro contenuti solo sotto l'azione di soluzioni contenenti il 6 °/₀ di KNO^3. Nelle parti bianche soluzioni assai più deboli riescono a produrre lo stesso effetto.

Cypripedium insigne. La galea è colorata in rosso in corrispondenza della base e della parte mediana, verde sui margini. I protoplasmi antocianici delle cellule epidermiche appena accennano a contrarsi in soluzioni al 3 °/₀ di KNO^3 le quali determinano all'opposto, una forte contrazione negli elementi delle parti verdi.

Calycanthus. I fillomi prossimi ai fiori hanno un epidermide le cui cellule in vicinanza degli stomi sono antocianiche: ora il contenuto di tali elementi si contrae in soluzioni contenenti l'1,25 °/₀ di KNO^3. In taluni casi occorre persino adoperare delle soluzioni contenenti 1,50 °/₀ di sale per ottenere il distacco. All'opposto le brattee verdi mostrano

già un'attiva contrazione di tutti i protoplasti dell'epidermide quando vengano a contatto di soluzione aventi 1,25 % di KNO^3.

Azalea indica. (Faccia interna della corolla.) I lembi incolori di epidermide contraggono i protoplasmi sotto l'azione di una soluzione al 3,50 % di KNO^3, mentre ciò non avviene ancora nelle cellule arrossate dall'antocianina.

A questi numerosi esempi di pressioni osmotiche relativamente abbastanza elevate nelle cellule ricche di antocianine ne fanno contrapposto pochi nei quali il coefficente osmotico venne riscontrato pressochè uguale a quello delle cellule incolore. Tale è il caso per le varietà bianche e rosse di *Tulipa* (3,50 % di KNO^3) le quali differiscono fra loro per contenere i bianchi numerosi plastidi che a quanto pare mancano nelle rosse: per le varietà rosse e bianche della *Camellia japonica* (2,75 di KNO^3); per le varietà verdi e rosse di *Corylus* nelle quali la pressione osmotica nelle cellule rosse si presenta talora maggiore tal altra uguale a quella delle cellule incolori (3—3,25 KNO^3); per le zone verdi o rosse delle foglie di *Coleus*, dove il potere osmotico non si presenta molto elevato (1,50—1,75 KNO^3); per i fiori screziati di bianco e di violetto di talune varietà di *Cineraria*, in cui tanto nelle regioni bianche quanto nelle antocianiche vi ha uguale potere osmotico, ma relativamente assai elevato (4 % di KNO^3); per le strie bruno-violaceo e le zone bianche dei petali di *Iris germanica* (2,25 % di KNO^3) in cui la plasmolisi provoca quasi sempre la comparsa, nelle cellule, di due vacuoli separati dal rimanente protoplasma ed infine per i fiori della *Weigelia* che da giovani sono bianchi ed adulti diventano rosei. In questi ultimi il contenuto cellulare si contrae già talora colle soluzioni al 2 % di KNO^3 mentre nei primi per ottenere lo stesso effetto occorre impiegare almeno 2,50 % di sale.

Se noi facciamo pertanto astrazione da questi pochi casi nei quali si è trovato un coefficente osmotico uguale o minore nelle cellule colorate in confronto di quelle incolore, il che occorre notarlo, può essere dovuto a cause diversissime (differente costituzione delle cellule: diversità individuali, (*Camellia*, *Tulipa*, etc.): stadi diversi di evoluzione (*Weigelia*)) possiamo ammettere che in tesi generale il coefficente osmotico nelle cellule antocianiche è superiore a quello che è proprio degli elementi omologhi, ma privi di pigmento. Talora il coefficente osmotico, è nelle prime, discretamente elevato come ad esempio si verifica nei petali di *Rosa* (8—10 % di KNO^3) e nelle foglie di *Cissus discolor* nelle cui cellule rosse una soluzione al 3,75 % di KNO^3 provoca la formazione di grumi antocianici, oppure un cambiamento di tinta nel pigmento cui però non tiene più dietro il distacco del protoplasma della parete.

A quanto pare l'età dell'organo che si studia ha un'influenza marcata sull'innalzamento, o viceversa sull'abbassamento del coefficente osmotico, poichè nelle foglie di *Rosa* adulte e nei fiori di *Weigelia* invecchiati il coefficente osmotico, è più basso che negli stessi organi meno evoluti.

Noi possiamo quindi concludere che nelle cellule dove vi ha antocianina, ed in specie se questa è abbondante ed intensamente colorata, il coefficente osmotico presenta un valore alquanto più elevato in confronto di quanto si verifica nelle cellule prive di pigmento, per cui i valori osmotici che si sogliono attribuire alle cellule vegetali, in base a ricerche fatte su elementi antocianici, debbono esser considerati, in teoria almeno, superiori alla media.

È l'antocianina il solo fattore che determina l'inalzamento del potere osmotico nelle cellule?

A nostro modo di vedere la risposta sarebbe negativa, ma tuttavia faremo osservare che fra le sostanze atte ad aumentare la turgescenza si debbono annoverare quei corpi dai quali l'antocianina trae origine e quindi il valore trovato è la risultante delle pressioni osmotiche di singoli corpi, l'antocianina compresa.

2.° Il Coefficente osmotico nelle cellule di chiusura degli stomi ed in quelle che circondano l'apparato di traspirazione.

Il punto più importante delle questioni trattate in questo capitolo si è quello di stabilire se nelle cellule stomatiche, costantemente prive di antocianine, almeno allo stato adulto, il coefficente osmotico sia maggiore o minore che nelle cellule dell'epidermide siano antocianiche od incolore.

Data la speciale natura degli elementi su cui si esperimenta, nelle ricerche di questo genere bisogna aver presente che sotto l'influenza degli agenti disidratanti, quali sono le soluzioni saline, non si tosto si è oltrepassato lo stato d'equilibrio, per quanto riguarda la concentrazione, tra le soluzioni endocellulari ed extracellulari le cellule non reagiscono sempre staccando subito il protoplasma dalla parete, ma bensì contraendo dapprima la membrana. Solo dopo che questa si è sufficentemente contratta ed avvolge soltanto più come un sacco inerte il protoplasma, questo comincia a sua volta a staccarsi dalla parete.

Ora nelle cellule unite in tessuto la contrazione della membrana di una data cellula, per i rapporti di aderenza che questa contrae cogli altri elementi vicini, sarà poco accentuata e talora trascurabile, per cui il fenomeno della contrazione protoplasmatica si renderà assai più presto

manifesto di quanto avvenga invece in una cellula che sia libera ed isolata. In queste la riduzione di superficie della membrana potendo compiersi liberamente si verificherà come conseguenza un ritardo nell'attuazione della plasmolisi propriamente detta.

Un così diverso comportamento può indurre pertanto in errore l'osservatore che tenga unicamente conto del primo accenno della contrazione protoplasmatica per stabilire il coefficente isotonico di una data cellula e trascuri il fenomeno della riduzione di volume della cellula stessa, sia questa libera od associata ad altri elementi.

Più che altrove, nello studio dei coefficenti osmotici dell'epidermide conviene pertanto prendere in considerazione i due fenomeni, cioè la contrazione della membrana e il distacco del protoplasma da questa se si vogliono ottenere dei dati un po' sicuri, inquantochè noi abbiamo nell'epidermide delle cellule semilibere, quali sono gli stomi ed i peli, e delle cellule strettamente congiunte fra loro per formare il tessuto, rappresentato dagli ordinari elementi dell'epidermide.

Oltre a ciò devesi ancora considerare che le cellule epidermiche fornite di una membrana esterna quasi rigida [1] saranno in grado di mostrare più presto il fenomeno della contrazione del protoplasma sotto l'influenza del KNO^3 o di un altro sale, in confronto delle cellule stomatiche le cui pareti, non solo semilibere, ma anche assai cedevoli ed elastiche possono contrarsi liberamente quando vengano a contatto del reattivo, ritardando di conseguenza la coartazione ed il distacco del plasma dalla parete stessa.

Un complesso tale di circostanze non può che rendere oltremodo malagevole lo studio dei coefficenti osmotici delle cellule stomatiche, ma un osservatore un po' attento quando tenga conto di tutti i fattori, potrà riuscire assai spesso ad ottenere dei risultati, se non assolutamente esatti, per lo meno attendibili, anche quando, come nel caso nostro, si tratti di stabilire dei confronti fra le cellule stomatiche e quelle epidermiche.

Ecco ora quali sono i risultati principali a cui si è giunti colle nostre ricerche:

Tradescantia discolor. La contrazione dei plasmi avviene prima nelle cellule antocianiche dell'epidermide che negli stomi. In questi ultimi il contenuto cellulare accenna a contrarsi soltanto in soluzioni contenenti il 5—6 $^0/_0$ di KNO^3.

---

[1] Noi dobbiamo fare osservare che nelle nostre ricerche si sono esaminati i lembi di epidermide, anzichè le sezioni trasversali della stessa e perciò il distacco del protoplasma dalla parete esterna della cellula, cioè dal lato in cui la cellula è libera ed isolata, non potè essere preso in considerazione.

Canna indica (var. rossa). In alcune regioni delle foglie, non tutte le cellule epidermiche sono rosse, ma solo quelle più prossime agli stomi. Con soluzione al 2—3 °/₀ di KNO^3 si ottiene una manifesta contrazione dei protoplasti nelle cellule antocianiche, nulla invece in quelli degli stomi: queste però tendono a chiudersi (V. Tav. VII, fig. 6). Solo con soluzioni al 5 °/₀ anche nelle cellule di chiusura il protoplasma si raccoglie in globi nel mezzo della cellula.

Cissus discolor. Con soluzioni al 3 °/₀ di KNO^3 si ha una leggera contrazione nel contenuto delle cellule antocianiche dell'epidermide inferiore della foglia, nessuna mutazione invece nei protoplasmi delle cellule stomatiche.

Centradenia floribunda. Le soluzioni al 2,50—5 °/₀ di KNO^3 provocano la contrazione del contenuto cellulare con formazione di granulazioni antocianiche nell'epidermide fogliare: nessuna apparente alterazione provocano invece nel protoplasma delle cellule stomatiche.

Cyclamen. Si comporta ad un dipresso come la *Centradenia.*

Maranta. L'antocianina delle cellule fogliari comincia a contrarsi con soluzioni al 2,50—3 °/₀ di KNO^3, mentre gli stomi appena accennano a chiudersi. Il contenuto delle cellule annesse per contrario richiede l'impiego di una soluzione più concentrata di quella che provoca la plasmolisi negli altri elementi dell'epidermide.

Le seguenti piante vennero esaminate, sotto il punto di vista che ci interessa, dopo di essere state tenute all'oscuro per 14 e più ore.

Canna indica. Con soluzione contenente il 2,50—3 °/₀ di KNO^3 circa le cellule annesse a quelle antocianiche dell'epidermide si presentano fortemente plasmolizzate. Negli stomi chiusi invece i protoplasti non accennano ancora a staccarsi dalle pareti le quali però tendono a raggrinzarsi assumendo un decorso ondulato (V. Tav. VII, fig. 7). La plasmolisi è più intensa nelle cellule epidermiche discoste dagli stomi.

Tradescantia discolor. Con soluzioni al 2—3 °/₀ di KNO^3 nelle cellule annesse si manifesta una forte contrazione, mentre negli elementi antocianici dell'epidermide il fenomeno è assai meno marcato. Il protoplasma degli stomi chiusi comincia a plasmolizzarsi con soluzioni contenenti il 5—5 °/₀ di KNO^3.

Cissus discolor. Nell'esemplare da noi esaminato si è ottenuto una evidente contrazione nelle cellule antocianiche dell'epidermide fogliare, nessuna reazione apparente invece negli stomi chiusi coll'impiego di soluzioni al 2 °/₀ di KNO^3.

Begonia Evansiana. Per ottenere la contrazione dei protoplasmi nelle cellule rosse epidermiche è sufficiente impiegare una soluzione al 2 °/₀ di KNO^3, mentre ne occorre una molto più concentrata per far contrarre i contenuti degli stomi chiusi.

Centradenia floribunda. La plasmolisi nelle cellule epidermiche rosse (foglie) venne ottenuta con soluzioni al 2 % di KNO^3. La stessa soluzione nelle cellule annesse degli stomi provoca la precipitazione del pigmento sotto forma di granulazioni.

Le cellule stomatiche, piccole, si contraggono, senza però mostrare accenno di distacco del protoplasma dalla parete. Lo stesso fenomeno si verifica con soluzioni al 5 % - 6 % di KNO^3.

Poste in acqua le cellule stomatiche tornano a diventar turgescenti e se si disegnano colla camera lucida prima e dopo dell'immersione nell'acqua, si può riconoscere che diventando turgescenti si vanno ingrandendo in certo qual modo a spese delle cellule annesse poichè si affondano leggermente nelle stesse (V. Tav. XIV, fig. 10).

Maranta sp. Si comporta come gli esemplari tenuti alla luce poichè aumentando la concentrazione del KNO^3 si verifica che le prime a contrarre i contenuti sono le cellule epidermiche antocianiche, poi vengono quelle annesse ed infine gli stomi.

Amaranthus tricolor. Con soluzioni all' 1 — 2 % di KNO^3 si ha la contrazione nel contenuto delle cellule epidermiche antocianiche, mentre nelle cellule stomatiche lo stesso risultato si ottiene solo con soluzioni al 4 %.

Cyclamen. La plasmolisi nelle cellule di chiusura avviene con soluzioni molto più concentrate di quelle che provocano la contrazione del plasma delle cellule epidermiche antocianiche (2 % circa di KNO^3).

Dai dati riportati i quali, naturalmente devono avere un valore solo relativo, potendo il coefficente osmotico anche variare da esemplare ad esemplare, si è autorizzati a trarre la deduzione che le cellule stomatiche sia di giorno che di notte contraggono i loro contenuti sotto l'azione di soluzioni di KNO^3 molto più concentrate di quelle che determinano la plasmolisi nelle cellule antocianiche dell'epidermide su cui tali stomi sono disseminati.

Questo fenomeno, a primo aspetto potrebbe indurre l'osservatore a ritenere che gli stomi abbiano sempre una pressione osmotica superiore a quella delle cellule epidermiche circostanti, ma esso indica invece soltanto che le pareti delle cellule stomatiche per la loro speciale natura e per le funzioni a cui esse devono presiedere possono contrarsi maggiormente e più a lungo sotto l'azione degli agenti disidratanti in confronto delle altre cellule epidermiche, per cui anche quando è già avvenuta la chiusura notturna (indicante una diminuita tensione nell'apparato di aereazione) continuano talora ancora a contrarsi quando vengano a contatto di soluzioni sufficentemente concentrate di KNO^3. In conseguenza di ciò solo con soluzioni notevolmente più ricche di

questo sale si potrà ottenere la contrazione del protoplasma nelle cellule stomatiche, la quale, come sopra è stato detto, comincia a manifestarsi quando la parete ha perduto qualsiasi traccia di distensione.

Di giorno ed alla luce è fuori di dubbio che la turgescenza nelle cellule stomatiche è relativamente assai grande e superiore a quella che esiste nelle cellule circostanti, come venne dimostrato dal Grain *(Tradescantia)* e dallo Schellemberg. Il fatto però che qualche volta si è potuto dimostrare un accenno di chiusura degli stomi (nelle foglie tenute alla luce) con soluzioni che non provocavano ancora la contrazione dei plasmi nelle cellule antocianiche depone a favore dell'ipotesi che in queste ultime esista talvolta una tensione osmotica pressochè uguale a quella che domina nelle cellule stomatiche esposte alla luce. Senza dubbio poi di notte la tensione osmotica nelle cellule antocianiche dell'epidermide è superiore a quella esistente negli elementi di chiusura, perchè questi sotto l'influenza dell'oscurità, anche di breve durata, tendono a chiudersi, ciò che indica una diminuzione nel turgore, quelli invece rimangono immutati per quanto concerne la struttura.

In conseguenza, le cellule stomatiche riescono a controbilanciare l'azione osmotica delle cellule antocianiche circostanti, che tenderebbero a togliere dell'acqua, immagazzinando, sotto l'azione della luce, delle sostanze dotate di un forte potere osmotico quali sono gli zuccheri, ma nello stesso tempo facilmente emigrabili. Ciò spiega quindi come nelle cellule degli stomi adulti non si formi mai antocianina non potendo questa sostanza facilmente diffondersi da cellula a cellula.

Il problema riflettente il funzionamento degli stomi fu, dai tempi di Mohl a venire man mano fino ai giorni nostri, oggetto di studi per parte di molti osservatori quali il Leitgeb, lo Schwendener, il Kohl, lo Strasburger, lo Scaeffer, il Beneke, il Westermayer, per citare solo i principali. L'ultima parola in proposito non fu ancora detta, ma sta però il fatto che oggigiorno non si ammette più la teoria del Leitgeb, secondo la quale gli stomi funzionerebbero quasi passivamente, essendo il meccanismo di apertura e di chiusura in stretta dipendenza colle variazioni di turgescenza delle cellule annesse e di quelle epidermiche. A questa si è sostituita attualmente la teoria del funzionamento autonomo degli stomi, determinato cioè dalle condizioni di turgescenza delle cellule stomatiche stesse (Schwendener ed altri).

Però se si consultano i diversi autori che trattano la questione, emerge dalle loro osservazioni che probabilmente non si può del tutto escludere una certa compartecipazione delle cellule annesse, ed anche dell'epidermide stessa, nel movimento degli stomi. Secondo alcuni, infatti, le cellule annesse, dotate di un minor coefficente osmotico in con-

fronto degli elementi di chiusura[1] avrebbero unicamente la funzione di permettere a questi di affondarsi nella loro cavità durante la fase di aumentata turgescenza. Essi però non escludono che in certe occasioni anche le cellule annesse possano provocare la chiusura della rima stomatica, ed anzi ciò avverrebbe appunto tutte le volte che si immerge l'epidermide nell'acqua. Sotto l'azione di questa, le cellule annesse riescirebbero ad aumentare la loro turgescenza temporaneamente e più rapidamente delle stomatiche che verrebbero così forzate a chiudere la rima ed a rimaner contratte sino a tanto che, assorbendo a loro volta dell'acqua vengano ad acquistare di nuovo un maggiore potere osmotico che conceda loro di riaprire la fessura stomatica (Schwendener).

Altri autori (Kohl, Schaeffer), in base allo stesso esperimento, sono stati condotti ad affermare che persino le cellule epidermiche possano, in misura più o meno accentuata, agire temporaneamente e meccanicamente nel senso testè indicato *(Trianea bogotensis)*, ma ciò non di meno tutti quanti gli osservatori concordano nel ritenere che la compartecipazione delle cellule epidermiche ed annesse nelle circostanze ordinarie sia solo secondaria.[2] Ciò appare particolarmente evidente nel caso che si abbiano cellule di chiusura prive di Clorofilla *(Evonymus* var. con foglie albicate, *Clerodendron*, ecc.).

Ora dagli studi che noi abbiamo fatto, sia sul valore del coefficente osmotico nelle cellule epidermiche antocianiche e sia ancora sulla frequenza con cui tali cellule accompagnano gli stomi, siamo stati indotti a ritenere che, sebbene nelle cellule di chiusura esistano le condizioni atte a promuovere la chiusura e l'apertura della rima stomatica, per cui le cellule di chiusura possono funzionare automaticamente, ciò non di meno la presenza, attorno alle cellule di chiusura, di una cintura di elementi antocianici dotati di un poter osmotico non esageratamente elevato, non soggetto a notevoli variazioni e di poco inferiore o pressochè uguale a quello delle cellule stomatiche (durante la fase di turgescenza

---

[1] Lo Schellemberg afferma che con soluzioni di KNO^3, più o meno concentrate si ottiene la contrazione dei plasmi innanzi tutto nelle cellule annesse e poi in quelle degli elementi di chiusura. Noi faremo osservare che un tale reperto non indica in modo assoluto che le prime abbiano *sempre* un potere osmotico inferiore a quello delle cellule stomatiche, poichè queste, come sopra è stato accennato, sotto l'azione del reattivo possono contrarre le pareti, evitando così che abbia luogo il distacco del plasma dalle stesse, ciò che può condurre l'osservatore ad un'erronea interpretazione del valore osmotico nelle differenti cellule.

[2] Infatti le cellule stomatiche state liberate dai circostanti elementi dell'epidermide si aprono esageratamente.

di queste) deve certamente contribuire a regolare il movimento degli stomi ed a rendere forse l'apparecchio di chiusura e di apertura, benchè in parte autonomo, estremamente sensibile. Così resterebbe chiarito il fatto che le cellule stomatiche riescono di già ad aprirsi dopo 5 minuti appena di esposizione alla luce, come venne segnalato da Kohl, sebbene in così breve lasso di tempo esse non abbiano certamente avuto agio di fabbricare una grande quantità di sostanze osmotiche.

Aumentandosi il poter osmotico nelle cellule di chiusura queste estrarrebbero acqua dalle circostanti cellule annesse (o epidermiche) e viceversa per poco che diminuisca la turgescenza nelle cellule stomatiche, le cellule annesse ed epidermiche (ed in specie le antocianiche prossime agli stomi) asporterebbero di nuovo a loro volta l'acqua dalle cellule stomatiche che verrebbero così a chiudere la rima. L'equilibrio sarebbe in certo qual modo instabile poichè appunto poco diverso è, in dati momenti, il valore osmotico delle differenti sorte di cellule. È probabile che le comunicazioni plasmiche (plasmodesmi di Strasburger) fra le cellule stomatiche e le cellule circostanti, state messe in evidenza dal Kohl, dal Kuhla, dall'Hill, dallo Strasburger e da altri autori (contrariamente alle osservazioni di Kienitz Gerloff) agevolino gli scambi fra le varie cellule e forse anco siano la via per cui i fermenti diastasici arrivano agli stomi, come vorrebbe lo Strasburger. [1]

La presenza di cellule annesse prive di antocianina e dotate di un potere osmotico molto basso, come pure fornite di pareti sottili non infirmerebbe la regola perchè le cellule annesse avrebbero lo scopo, in molti casi, di fornire unicamente lo spazio necessario affinchè le cellule stomatiche turgescenti possano liberamente distendersi ed aumentare di volume allo scopo di ampliare la rima (Schellemberg).

La fig. 10 Tav. XIV illustra una tale condizione di cose, poichè dalla stessa emerge evidente che le cellule stomatiche turgescenti riescono a protrudere alquanto nell'interno delle cellule annesse circostanti foggiate a ferro di cavallo, le quali per lasciar posto alle cellule di chiusura subiscono delle variazioni di forma abbastanza sensibili durante lo stato di turgescenza di queste.

Il Benecke nel suo lavoro sulle cellule annesse ha emessa l'ipotesi, stata di poi accettata, in parte, dal Westermayer, che le cellule annesse siano presenti di preferenza in quelle piante le quali hanno un parenchima fogliare succulento o vivono in luoghi aridi e quindi vanno soggette a forti perdite d'acqua. Una tale disposizione poi costituirebbe

[1] Il Pfeffer ammette che gli scambi possano anche effettuarsi indipendentemente dalla presenza di plasmodesmi, ciò che non muta per nulla le nostre vedute.

un reperto comune in quelle foglie che hanno gli stomi aggruppati in modo da formare i così detti " campi stomatici „. In quest'ultimo caso la funzione delle cellule annesse sarebbe quella di impedire che le cellule di chiusura vengano ad esser compresse o deformate durante il raggrinzamento del tessuto fogliare sotto l'influenza dell'esagerata perdità d'acqua; ed infatti il Benecke ed il Westermayer dimostrarono che le grinze le quali si formano sulla superficie delle foglie in via di avvizzimento non riescono ad interessare le cellule stomatiche.[1]

Il fatto è oramai accertato ed il Benecke ha portato di certo un grande contributo alla conoscenza dell'apparecchio di traspirazione, ma lo stesso autore avrebbe ancor meglio illustrato il suo asserto qualora avesse posto in rilievo, come abbiamo fatto noi, che appunto nel caso di stomi raccolti nei campi stomatici l'antocianina trovasi localizzata nelle cellule annesse e tutto all'ingiro di detti campi.

Ora se si ammette con noi che le cellule antocianiche, dotate di un discreto potere osmotico, sono in grado di trattenere energicamente l'acqua e quindi di resistere all'essiccamento ed al raggrinzimento meglio delle altre cellule epidermiche le quali sono prive di tale sostanza, apparirà ancora più manifesta la funzione protettrice contro l'essiccamento ed il raggrinzamento che il Benecke ha voluto ascrivere alle cellule annesse.

Noi non possiamo terminare questo capitolo senza far notare che anche in molte piante acquatiche vi ha antocianina. Il pigmento è localizzato talora nelle due faccie, e ciò si verifica d'ordinario quando le foglie vegetano sommerse *(Stratiotes*, giovani foglie di *Nymphaea)* oppure è limitato alla pagina inferiore, il che ha luogo allorchè la foglia è galleggiante (foglie adulte di *Nymphaea*).

Per quanto concerne il primo caso, non si può affermare che il pigmento sia presente per sussidiare e regolare il meccanismo di chiusura degli stomi, mentre ciò potrebbe ancora esser possibile nel secondo, ma in via molto indiretta, essendo l'antocianina localizzata appunto sulla faccia priva di stomi.

Noi non abbiamo potuto studiare la questione con molti esperimenti, ma ciò non di meno riteniamo che la comparsa dell'antocianina nelle piante acquatiche serva a regolare il movimento dell'acqua nella foglia stessa, grazie sempre al poter osmotico di cui il pigmento va fornito, e perciò nel caso in cui la foglia sia galleggiante valga anche, in via molto indiretta, a regolare la traspirazione.

---

[1] Nello stesso senso agiscono gli anelli di ispessimento che si incontrano nelle camere stomatiche delle Ripsalidee (Vöchting) ed in talune Restiacee (Buscalioni)

Ammessa una tale ipotesi resterebbe chiarito il fenomeno, fino ad ora rimasto molto problematico, della presenza dell'antocianina nelle piante acquatiche a riguardo delle quali lo Schenk, il Warming, ed altri autori non hanno potuto rilevare le condizioni biologiche che presiedono alla comparsa del pigmento antocianico malgrado che nei loro studi abbiano seguita l'evoluzione di dette piante.

In conclusione dagli studi fatti noi possiamo ritenere che le cellule antocianiche dell'epidermide, localizzate di preferenza in vicinanza degli stomi, servono indirettamente a regolare il movimento di questi organi e per lo meno a rendere l'apparato più sensibile, per quanto il fenomeno stesso dell'apertura e chiusura sia anche inerente alla costituzione stessa delle cellule stomatiche. Il metodo del De Vries, il quale ha gettato una così grande luce sui processi osmotici, riesce quindi ad illustrare splendidamente non pochi fenomeni fisiologici che agli stessi si connettono e noi faremo qui notare incidentalmente dacchè se ne presenta l'opportunità, che le eleganti ricerche del grande scienziato olandese hanno trovato un'ampia conferma nei recenti studi sulla dissociazione dei joni, in quanto-che talune anomalie osmotiche che il De Vries ha segnalato a riguardo di alcuni cloruri in soluzioni diluite, o viceversa concentrate, hanno, secondo uno di noi (Buscalioni) la loro ragione di esistere nei processi della dissociazione elettrolitica.[1]

CAPITOLO X.

Le antocianine in rapporto colle condizioni statiche di alcuni organi.

Le nostre ricerche sul coefficente osmotico delle cellule antocianiche ci hanno portato a ritenere che là dove esiste il pigmento in questione, la turgescenza cellulare è piuttosto elevata. Le osservazioni fatte non avevano però lo scopo di dimostrare che l'antocianina sia la sola sostanza cui spetti il compito di presiedere al regolamento della pressione osmotica nelle cellule, ma semplicemente di metter in chiaro come la stessa possa concorrere con altre sostanze al mantenimento della turgescenza, il che ben si comprende qualora si consideri che il pigmento in questione per la sua natura e per la sua origine è in stretta rela-

[1] Il lavoro, d'imminente pubblicazione, sulla dissociazione dei Joni del D. Buscalioni e Purgotti comparirà negli atti del R. Istituto Botanico dell'Università di Pavia.

zione di parentela colle sostanze (zuccheri, tannini, ecc.) che maggiormente sono indicate come adatte ad innalzare il coefficente osmotico di una cellula, o di un tessuto.

Ritenuta consona al vero una tale ipotesi, riesce evidente che l'antocianina dovrà facilmente esser reperibile in quei tessuti che sono maggiormente ricchi di sostanze osmotiche.

Ora dalle ricerche che abbiamo eseguite per portare un contributo alla soluzione di questo problema si è potuto appunto rilevare che frequentemente le regioni nodali dei cauli di molte piante sono colorate in rosso dall'antocianina ed il pigmento occupa i tessuti superficiali della corteccia *(Begonia)*, oppure è presente anche nell'epidermide *(Primula)*. In talune *Oxalis* tutto quanto il parenchima nodale, ad eccezione dei fasci vascolari, è colorato in rosso.

In molti casi la presenza dell'antocianina nei nodi del caule è unicamente in stretta correlazione col fatto che ivi si accumulano in copia gli zuccheri ed altre sostanze osmotiche formatrici dell'antocianina, come ebbe sperimentalmente a dimostrare il Cavara per mezzo della crioscopia. In altri invece si può rilevare che le regioni antocianiche (nodi caulinari) sono anche la sede di movimenti paratonici dovuti fra l'altro, a variazioni nell'equilibrio osmotico sempre piuttosto elevato nella regione antocianica.

I seguenti esempi valgono ad illustrare il fenomeno:

Aristolochia Sipho. Un esemplare di questa pianta coltivato a ridosso di un muro dell'Istituto Botanico di Pavia presenta dei rigonfiamenti nodali colorati in rosso dal lato soleggiato del caule. Il raddrizzamento degli internodi sotto l'azione della gravità e della luce avviene precisamente in corrispondenza del nodo.

Begonia metallica. I cauli tenuti forzatamente sdraiati si raddrizzano grazie ad un movimento di flessione che ha luogo in corrispondenza del nodo antocianico.

Crassula spatulata. Il movimento di raddrizzamento del caule ha sede al nodo antocianico, ma qui assai spesso si osserva che l'antocianina invade anche un tratto più o meno lungo della parte inferiore dell'internodio.

Primula. Il peduncolo fiorale è colorato in corrispondenza del nodo che rappresenta quasi la cerniera attorno alla quale si eseguisce il movimento di raddrizzamento allorchè la pianta viene forzatamente tenuta in posizione orizzontale.

Justicia riviniaefolia. Anche in questa pianta abbiamo incontrato che i nodi attorno ai quali i cauli eseguiscono il movimento di raddrizzamento presentansi pure colorati in rosso (V. Tav. XII, fig. 3).

Solo nel *Lilium Martagon* e nel *Polygonum Fagopyrum* ci fu dato di rinvenire una apparente eccezione alla regola. I fusti di *Lilium Martagon* infatti tenuti orizzontali si incurvano, per raddrizzarsi, molto spesso in corrispondenza di uno dei nodi antocianici, ma non mancano i casi in cui l'incurvamento ha sede all'estremità della regione arrossata, oppure anche un po' al disopra della stessa. Gli assi ipocotili di *Polygonum Fagopyrum*, i quali quando hanno raggiunto una certa lunghezza diventano prostrati, solo presentando l'apice rivolto all'insù, lasciano pure riconoscere che la sede del movimento negativamente geotropico spesso trovasi all'apice della regione antocianica la quale occupa tutta quanta la regione basale dell'asse ipocotile (V. Tav. XI, fig. 1).

L'antocianina adunque costituisce un indicatore che può darci dei ragguagli abbastanza preziosi sulla localizzazione delle sostanze osmotiche nelle differenti parti della pianta ed in pari tempo essa concorre pure ad elevare il coefficente di isotonicità nel tessuto stesso in cui si trova.

Noi siamo però ben lontani dal voler ammettere che all'antocianina vadano ascritti i movimenti paratonici che hanno luogo nei tessuti antocianici e ciò specialmente per la circostanza che la distribuzione del pigmento è spesso troppo uniforme in tutto l'ambito del tessuto, ed inoltre l'antocianina non può andar soggetta a quelle brusche variazioni nel suo poter osmotico che sono necessarie perchè si esplichino i movimenti.

Intanto, ammesso che nelle cellule antocianiche domini quasi sempre uno stato di turgescenza abbastanza elevata, per la presenza sia del pigmento e sia di altre sostanze che a questo si accompagnano (zuccheri ecc.), torna opportuno domandarci se anche nei fiori dove spesso incontriamo la presenza di macchie, di strie, di anelli antocianici, un tale reperto non sia collegato colle necessità statiche dell'organo stesso in relazione a momenti biologici svariatissimi, e non serva unicamente ad attirare gli insetti pronubi a vantaggio della allogamia.

In molti casi è difficile dare una risposta categorica a tanto quesito, ma tuttavia se si considera quanto si è rilevato nel 1.° capitolo della III^a parte — dove si è messo in evidenza che molti fiori a struttura regolare hanno un anello antocianico al limite tra l'unghia e la lamina dei petali o in corrispondenza della fauce, sui quali punti la corolla subisce una brusca flessione, come si può osservare in molti *Dianthus* e più ancora in talune corolle di *Cyclamen*, le cui lacinie subiscono, nel punto arrossato, una torsione tale da arrovesciarsi all'indietro — il nostro concetto apparirà più che mai giustificato, non riuscendo una tale distribuzione del pigmento di grande vantaggio per l'allogamia.

Analoghe condizioni statiche avrebbero pure determinata la comparsa di macchie antocianiche sulla metà superiore della corolla di

talune *Azalea*, *Rhododendron* ed altre piante a corolle grandi che abbisognano di una certa turgescenza per rimaner distese.

Infine noi aggiungeremo ancora che pure per la stessa causa compaiono spesso delle variazioni di tinta, sotto forma di macchie antocianiche più o meno cariche, in quei punti delle corolle irregolari i quali sono sede di torsioni o di flessioni dell'organo (Papilionacee, Orchidee ed altre piante).

È probabile che in origine le variazioni di forma e le torsioni che mostrano in organi così delicati, come sono i petali, si siano effettuate spesso in seguito ad aumento di turgescenza in una data regione, il quale collegato, forse, colla presenza di zuccheri, ha portato con sè la comparsa delle macchie antocianiche le quali poi son rimaste durevolmente fissate assieme alla modificazione di forma.

Le cause che hanno determinato, in origine, le variazioni di turgescenza locali, i cambiamenti di forma, la comparsa del pigmento antocianico, tre fenomeni fra loro frequentemente associati come risulta dai fatti esposti nel presente capitolo, devono essere state molteplici ed oltre ai fattori interni hanno certamente anche agito quelli esterni come la luce, la pioggia, la gravità e via dicendo. A questi ultimi poi si sono anche uniti gli animali che più di tutti, in seguito, hanno contribuito a fissare le modificazioni e ad esaltarle quando queste riuscivano utili al processo allogamico. Ciò non di meno noi vogliamo far rilevare che il pretendere di voler ascrivere tutte quante le variazioni di forma dei perianzi e le colorazioni fiorali, sia diffuse che localizzate, unicamente all'influenza dei pronubi, costituisce, ci si permetta la parola, un abuso, il quale pur troppo è stato eccessivamente accarezzato da taluni biologi.

CAPITOLO XI.

L'influenza della nutrizione sulle antocianine.

Questo argomento è stato abbastanza studiato dal Mioski, dal Molisch e da altri autori (V. Cap. VII, Parte II) perchè sia ancora il caso di tornarci sopra. Noi abbiamo tuttavia voluto stabilire se le piantine di *Polygonum Fagopyrum*, le quali arrossano con tanta facilità alla luce appena sortono dal seme, riescano a modificare l'intensità delle tinte quando vengano coltivate in mezzi nutritivi differenti.

L'esperienze condotte facendo germinare dapprima le piantine all'oscuro in soluzioni nutritive del Sachs, talune delle quali erano complete altre invece diffettavano di alcuni sali e poscia esponendo i germogli per qualche tempo alla luce non hanno permesso di rilevare alcuna differenza nei singoli esemplari, per quanto ha riguardo alla vivacità di tinte.

Lo stesso fatto si è verificato coltivando le piantine in soluzioni ricche di zucchero od in acqua distillata. Si può quindi concludere che le piantine di *Polygonum Fagopyrum* traggono il materiale cromogenico dal seme stesso, indipendentemente dai sali coi quali esse possano venir a contatto, il che è in contrasto con quanto si constata nelle piante adulte poichè in queste la produzione dell'antocianina è notevolmente influenzata dal mezzo in cui vive l'organismo. Difatto le recentissime osservazioni del Wülff sulla flora artica avrebbero condotto quest'autore a ritenere che le piante, le quali vivono sui depositi di escrementi di uccelli dei così detti " Vögelbergen ",[1] a causa della più abbondante nutrizione sarebbero meno vivamente colorate dall'antocianina.

Noi però non possiamo passar sotto silenzio a questo proposito che le piante delle saline (*Salsola* ecc.) sono spesso fortemente antocianiche ed il pigmento cresce in una certa proporzione coll'aumentare della salsedine del substrato.

CAPITOLO XII.

Le antocianine nei suoi rapporti col clima e cogli animali pronubi.

A riguardo di questi argomenti che, per quanto fra loro disparatissimi, hanno tuttavia un certo nesso comune, non sarebbe necessario insistere ancora dopo quanto è stato esposto nei precedenti Capitoli della Parte II^a^, se recentemente il Wulff nel suo opuscolo sulla Vegetazione artica, altrove citato, non avesse messo in rilievo alcuni fatti ed enunciate alcune idee che sono in opposizione con quanto noi veniamo esponendo.

---

[1] V. in proposito *Nathorst, Spitzbergens, Kärlvaxter* e *Ah. Wülff. Bot. Beob. aus d. Spitzbergen.* Lund, 1902.

Il Wülff, dopo di aver dimostrato che l'antocianina appare con estrema frequenza nelle piante artiche, e dopo aver passato in rassegna la distribuzione del pigmento nelle varie parti delle stesse, viene alla conclusione che tale sostanza serva a intrattenere la traspirazione, la quale sarebbe molto debole a causa delle basse temperature che dominano nelle regioni artiche. A suo modo di vedere sarebbe pertanto errata l'ipotesi del Sernander [1] il quale attribuisce all'antocianina l'ufficio di impedire la traspirazione nell'*Empetrum nigrum* crescente nei " Tundra „.

Nello stesso lavoro il Wülff, accennando alla più intensa colorazione dei fiori artici, ritiene che il fenomeno abbia un' importanza biologica notevole, potendo le tinte più vivide richiamare più facilmente l'attenzione dei rari insetti pronubi delle regioni artiche. In pari tempo però l'Autore ricorda che le piante viventi nei " Vögelbergen „, vale a dire in località concimate dal guano di uccelli, non sono così ricche di antocianina come le piante crescenti in siti piuttosto sterili delle stesse regioni.

In una seconda memoria il Wülff, in accordo colie osservazioni di Warming, di Kielman, di Kihlman, di Middendorf e di altri autori, afferma che a causa sia del disuguale riscaldamento dell'aria e delle piante sotto l'influenza della diretta insolazione, e sia ancora di altri fattori, le piante delle regioni nordiche hanno spesso una costituzione tipicamente xerofita, la quale può manifestarsi con speciali caratteri anatomici propri del tipo, oppure esser solo accennata dalla traspirazione poco attiva *(Saxifraga caespitosa)*. [2]

Le conclusioni a cui giunge l'autore ci pajono adunque fra loro in contraddizione perchè se, da una parte, l'antocianina, così frequente a rinvenirsi nelle piante artiche, fosse destinata a favorire la traspirazione mal si concilierebbe la sua presenza colle strutture tipicamente xerofite che sono proprie di moltissimi vegetali artici antocianici, le quali come è noto hanno l'ufficio di ostacolare la traspirazione: e dall'altra parte se le piante artiche hanno bisogno di promuovere in qualche modo la traspirazione anche a basse temperature non si comprende

---

[1] *Studier öfver vegetationen i mellerstia Skandinaviens fälltrackter Ofcer Sc. Nat. Akad. Ford.*, 1898, p. 353.

[2] Non tutte le piante delle regioni artiche avrebbero una struttura xerofita ed anzi il Bonier " Structure des plantes de Spitzbergen et de l'Ile de S. Jean „, il Mangin " C. R. Acad. Paris CXVIII „, il Roth " Ueb. einige Schutzeinrichtungen gegen ubermassige Verdunstung. Beih. Bot C. 1895 „. Boergesen " Sur l'anatomie des feuilles d. plantes artiques in Journal de Botanique, 1895 „ e Russel " Beih. Bot. Cent., 1895 „ riportano non pochi casi di struttura igrofita fra le piante di tali regioni.

perchè mai tendano ad assumere una struttura che è di ostacolo alla esplicazione del fenomeno.

È vero che fatti analoghi vennero da noi rilevati nelle piante emixerofite delle regioni equatoriali, ma qui i momenti che provocano le peculiari strutture antitetiche non agiscono ad un tempo e quindi il paragone non calza.

Adunque ci pare più logico di conchiudere col Sernandier che l'antocianina abbia nelle piante artiche l'ufficio di ostacolare la traspirazione anzichè quello di favorirla, per cui la ipotesi di quest'autore non è destinata a rimanere così solitaria come vorrebbe il Wülff.

Venendo ora al quesito inteso a porre in sodo se l'antocianina sia presente, in eccesso, nei fiori artici perchè serve come mezzo di richiamo degli insetti, oppure perchè vi sono altri fattori che ne promuovono la sua comparsa (nutrizione), noi innanzi tutto faremo notare che non vogliamo, a priori, oppugnare le osservazioni del Wülff tanto più che queste costituiscono una conferma di precedenti indagini fatte da altri botanici, ma nello stesso tempo non possiamo far a meno di rilevare che egli avrebbe potuto risolvere la questione comparando fra loro, dal punto di vista della frequenza delle visite dei pronubi, la flora dei “ Vögelsbergen „ pallidamente colorata, con quella riccamente fornita di antocianina delle altre località, perchè i dati che ci avrebbe fornito con un tale studio avrebbero gettato una luce nuovissima sulle cause, quanto mai controverse, delle colorazioni fiorali delle regioni artiche e dei rapporti che intercedono fra i colori dei fiori e la nutrizione da una parte, le visite dei rari insetti dall'altra. Fino a tanto che una tale ricerca non verrà eseguita non si potrà mai dimenticare che le osservazioni del Bonnier hanno dimostrato che la più intensa colorazione dei fiori delle piante alpine, [1] tanto affini biologicamente e spesso anche sistematicamente a quelle artiche, è dovuta più alle peculiari condizioni del mezzo in cui vivono tali piante, e specialmente all'illuminazione, anzichè all'influenza degli insetti pronubi.

---

[1] La più intensa colorazione dei fiori alpini non può neppure essere ritenuta come un fenomeno costante poichè, ad esempio, la *Campanula pusilla* delle Alpi, la quale probabilmente deriva dalla *Campanula rotundifolia* delle pianure, è meno colorata di questa (Graf).

CAPITOLO XIII.

Rapporti delle antocianine colla traspirazione [1] e coll'evaporizzazione.

Stabilito che nelle cellule antocianiche domina assai spesso una pressione osmotica relativamente alta, grazie alla presenza di alcune sostanze (zuccheri, tannini, antocianina, acidi organici, ecc.) occorre

---

[1] Su questo argomento, oltre le opere citate nell'Indice Bibliografico, si consultino ancora i seguenti lavori:

Baranetski, *Ueber d. Einfluss einiger Bedingungen auf d. Transpiration. Bot. Zeit.*, 1872, p. 65. — Barthelemy, *De l'esalation aqueuse des plantes dans l'air et dans le acide carbonique* in *C. R.* Paris, LXXVII, 1873. — Beaudrimont A., *Evaporisation de l'eau sous l'influence de la radiation solaire ayant traverse des verres colorés. C. R.* Paris, 1879, LXXXIX. — Bonnet, *Recherches sur l'usage des feuilles.* 1714. — Bonnier et Mangin, *Recherches sur la respiration et la transpiration des Champignons*, in *Ann. Sc. Nat.* Ser. 6ª, Tom. XVII, 1884. — Burgerstein A., *Untersuchungen ub. d. Beziehungen d. Nahrungstoffe z. d. Transpiration d. Pflanzen.* in *Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss.* Wien, Tom. LXXIII, 1876. — Id., *Ueb. d. Transpirationgrosse d. Pflanzen feucter Tropengebieten, Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.* XV, 1897. — Id., *Oesterr. bot. Zeitschr.* 1875, N. 6. — Buscalioni L. e Pollacci G., *L'applicazione delle pellicole di Collodio allo studio di alcuni processi fisiologici delle piante ed in particolar modo della traspirazione*, in *Atti d. R. Ist. Bot. Pavia.* Parte I e IIª, 1901-1902. — Daubeney, *Phyl. Trans. R. Soc. London.* 1836, p. I, 149. — Deherain, *Transpiration d. Blatter in einer Kohlensaurehaltigen Atmosphäre*, in *Rev. Scientifique.* Tom. VIII. — Id., *Sur l'evaporisation de l'eau et de la decomposition de l'acide carbonique par les feuilles d. végetaux*, in *Ann. Sc. Nat.* Serie 5, Tom. XII. — Id., *Recherches sur l'evaporisation de l'eau par les feuilles placée dans une atmosphère renfermant de l'acid carbonique* in *C. R.* 1878. — Id., *Sur l'influence de l'acide carbonique et l'evaporation de l'eau par les feuilles* in *C. R.* Paris, Tom. LXIX, 1869. — Dixon H., *Note on the rôle of osmosis on transpiration. Iris akad.* 1896, in *Bot. Zeit.* 54, V, 1896. Id., *On the effect of stimulative gases on transpiration. Iris akad. Dublin 1898. Bot. Centralbl.* LXXVI, 1898. — Duchartre. *Recherches experimentales sur la transpiration des plantes dans les milieux humides.* — Du Hamel du Monceau, *La physique des Arbres.* Paris, 1758. — Ebert, *Die transpiration d. Pflanzen und ihre Abhangigkeit v. ausseren Bedigungen. Marburg.* 1889. — Fitbogen I., *Altes u. neues aus d. Leben d. Gerstenpflangen. Nobbe Landwirtsch. Versuchstat.* Tom. XIII, 1871. — Fleischmann W. und Hirzel G., *Unters. üb. d. Hopfen. Landwirtsch. Versurchstat*, T. IX, 1867. — Fleischer, *Die Schutzeinrichtungen d. Pflanzeblätter gegen Vertrocknung*, Dobeln, 1885, V. *Bot. Centralbl.* 1885, pag. 356. — Geneave de Lamarière L., *Recherches physiol. sur les feuilles developpées à l'ombre et au soleil* in *Rev. Gen. Bot.* VI, 1892. — Hales, *Vegetable Staticks.* London, 1727. — Hellrigel H., *Beiträge z. d. Naturwiss. Grundlagen d. Akerbaues.* Braunschweig, 1883. — Henslow G., *Transpiration as a function of living protoplasm* in *Journ. of the Linnean Soc.* Tom. XXV, 1887, 295. — Id., *A*

ora indagare se in tali elementi, la quantità d'acqua sia maggiore e minore che nelle cellule non colorate dal pigmento antocianico e se quivi la traspirazione sia diminuita, come già a priori apparirebbe evi-

---

contribution of the Studien of the relative effects of differents parts of solar spectrum on the transpiration of plants in *Journ. of the Linnean Soc. of London.* XXII 1885. — Knop W., *Einige Bestimmungen d. quantitativen Wasser welche die Pflanzen durch Blätter verdunsten* in *Landwirtsch Versuchstat.* Tom. VI, 1864. — Kokl., *Die Transpiration d. Pflanzen* etc. *Braunschweig.* 1886. — Koorders G., *Ueb. d. Blutenknospen Hydatoden einiger tropischen Pflanzen.* Bonn. 1897 in *Bot. Zeit.* 1897, Tom. LV. — Krutiscky, *Beabachtungen üb. d. Transpiration d. Gewächse. Sitzungsber. d. bot. Sect. d. St. Petersburger Naturforsch.* in *Gesellsch.* 1880. — Meesk B., *Suite des experiences sur l'influence de la lumière sur les plantes* in *Journ. d. Physique d. Rozier.* Paris, Tom. VII, 1776. — Mer, *Bull. Soc. Bot. France.* 1878, XXV. — Merget A., *Sur les functions des feuilles* in *C. R.* Paris, Tom. LXXXVII, 1878. — Meschajeff, *Ueb. d. Ampassungen z. Aufrechthalten d. Pflanzen u. d. Wasserversorgung b. d. Transpiration,* in *Bull. Soc. Imp. d. Moscou.* 1882. Mosca, 1883. — Miquel, *Quelques experiences pour determiner l'influence de la lumière etc.* in *Ann. Sc. Nat.*, Ser. 2, Tom. XI, 1829. — Mohl H., *Ueb. d. Vermögen d. lebenden Pflanzen d. Verdunstung d. Zellseftes z. beschranken* in *Bot. Zeit.* Tom. V, 1846. — Muller I., *Die Verdunstungegrösse verschiedener Pflanzeblatter*, Heidelberg. 1877. — Muller, *Ueb. d. Durchgang v. Wasserdampf durch die geschlossene Epidermiszellen. Pringsheim Jahrb.* Tom. VII, 1869-70. — Nestler, *Unters. üb. d. Ausskeidung d. Wassertropfen aus d. Blättern* in *Sitzungsber. d. K. akad.*, Wien, CV, 1896. — Neusser W., *Unters. üb. d. Temperaturveranderungen d. Vegetabilien u. Verschiedenen damit in Beziehungen stehenden Gegenstand. Inaug. Diss.* Tübingen. 1829. — Nobbe, *Ueb. d. Wasserverbrauch zweisahrigen Erlen unter verschiedenen Beleuchtungsbedingungen* in *Landwirtsch. Versuchstat.* Tom. XXVI, 1881. — Reinitzer F., *Ueb. d. Physiol. Bedeutung d. Transpiration. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wissenschaft.* Wien, Tom. LXXXIII, 1881. — Risler, *Arch. d. Sc. Phys. et Nat.* Genève, 1871. E. F., Tom. XLII, p. 244. — Rosemberg O., *Ueb. Transpirat. d. Halophyten* Stokholm, 1897 in *Bot. Zeit.*, 1878. — Roth E., *Ueb. einige Schutzeinrichtungen d. Pflanzen gegen übermassige Verdunstung.* in *Ref. Bot. Centralbl.* Beihfete, 1896, p. 256. — Sachs I., *Ueb. eine Methode di Quantitat d. vegetabilischen Eigenwarme z. Bestimmen. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch.* Wien, Tom. XXVI, 1858. — Id., *Ueb. d. Einfluss d. Chem. und Physik. Beshaffenheit d. Bodens auf d. Transpiration d. Pflanzen, Landwirtsch. Versuchst,* 1859. — Schimper A., *Ueb. Schutzmittels d. Laubes gegen Transpiration etc.* in *Monatsber. d. K. Preussisch. Akad. Wissensch.* Berlin, XL, 1890. — Schimer C., *Zur Kenntniss d. Transpirationsbedigungen Saftreicher Pflanzen, Rostock.* — Schneider, *Influence of anestetic on plants transpiration* in *Bot. Gaz.* XVIII, 1893. — Senebier I.. *Physiol. vegetale etc.* Genève, 1880. — Sorauer, *P. Studien ub. d. Verdunstung, Wollny Forschungen auf de Gebiete d'Agricoltur Phys.* Tom. III, 1880. — Id., *Einige Versuche ub. d. beste Aufbewahrung. d. Winterosbsten* in *Pomol Monatsefte.* 1880. — Id., *Nachtrag z. d. Studien ub. d. Verdunstung* in *Wollny Agricoltur Phys.* Tom. VI, 1883. — Sprengel K., *Von d. Bau. u. d. Natur d. Gewächse Halle.* 1812. — Tochaplowitz J., *Ueb. Verdunstung u. Substanzzunahme d. Pflanzen* in *Landw. Versuchstat.* XX, 1878. — Id, *Untersuch. Ueb. d. Einwirkung d. Warme u. d. anderer Formen d. Naturkrafte auf d. Vegetationserscheinungen.* Leipzig, 1882.

dente dalle ricerche di Wiesner, di Eward, di Keeble e di altri autori dei quali nel Capitolo XIII della Parte 2ª abbiamo citate le esperienze [1].

Per risolvere questo problema noi siamo ricorsi a due processi, il primo dei quali è quello delle pellicole di collodio, il secondo quello delle pesate.

1.° Metodo delle pellicole di collodio.

Il processo delle pellicole di collodio, che venne da noi già reso di pubblica ragione in due precedenti pubblicazioni (v. Bibl.), consiste nello spalmare la superficie di un organo qualsiasi della pianta con una soluzione eterea piuttosto densa di collodio, cui siano aggiunti alcuni sali (cloruro di sodio, cloruro di cobalto, ecc.) in proporzione tale da rendere la soluzione quasi satura.

Lo strato di collodio che così si forma, essendo molto sottile, non tarda ad essiccare lasciando in sito una pellicola tenuissima che con tutta facilità si riesce a staccare dall'organo. Se si vuole ritardare alquanto l'essiccamento si può conservare per alcuni istanti l'organo così spalmato in un ambiente impregnato di vapori d'etere.

Occorre aver l'avvertenza di non lasciare troppo a lungo la parte che si vuol studiare a contatto di questi vapori, poichè altrimenti succedono dei gravi disturbi nella funzionalità dell'organo, od anche la morte di questo.

Formatasi la pellicola, questa viene staccata e sottoposta all'esame microscopico dal quale può rilevarsi come tutte le accidentalità della superficie del tessuto rimangano nettamente disegnate in rilievo, od in incavo, sul collodio stesso per cui le cellule epidermiche, i peli, gli stomi, ecc., spiccano quivi in tutti i loro più minuti dettagli, tanto da in-

---

— Unger, *Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wissenschaft.* Wien, Bd. XLIV, 336. — Van Thieghem, *Transpiration et chlorovaporisation* in *Bull. Soc. Bot. France.* XXXIII, 1886. — Wagner, *Zur Kenntniss d. Blattbaues d. Alpenpflanzen u. ihre Biologische Bedeutung.* in *Sitzungsber. d. k. Akad.* Wien. CI, 1892. — Warming, *Bot. Gesellsch.* Stokholm, 1883. — Wiesner. *Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes und den Strahlenden Warme auf die Transpiration der Pflanzen* in *Sitzungsberichte der K. Akademie d. Wiss.* Wien. LXXIV, 1876. — Wolf W., *Die Saussureschen Gesetze d. Aufssaugung von einfacher Salzlösungen durch d. Wurzeln der Pflanzen,* in *Landwirtsch. Versuchstat.* Tom. VI, 1864. — Wollny, *Unters. ub. d. Einfluss d. Lichtfärbe auf d. Productions versnögen u. d. Transpiration d. Pflanzen* in *Forschungen u. d. Gebiet d. Agricoltur physik.* Bd., XVII, 1894, *Ref. Bot. Jahresber.* XXII, 1894. — Wood, *Some recent investigation on the evaporation of Water from plants* in *Bot. Gazette,* XVIII, 1893, *Bot. Jahresb.* XXI, 1893.

[1] V. per quanto riguarda in ispecie i tannini il lavoro del Fleischer: Schutzeinr, d. Pflanzenblättern gegen Vertrochnung, Döbeln. 1885.

durre l'osservatore non prevenuto a ritenere erroneamente che nel campo del microscopio si abbia un preparato di tessuto epidermico. Il principale vantaggio che offrono le pellicole di collodio si è quello di rivelare all'osservatore come si compie il processo della traspirazione nell'organo che venne spalmato di celloidina. La soluzione dell'importante problema dipende dalla circostanza che nelle pellicole l'impronta sia degli stomi, sia delle aree di maggior traspirazione, si mostra parzialmente ricoperta da un finissimo accumulo di vescicole grigiastre o di finissime bollicine, le quali indicano che ivi il collodio essendo venuto a contatto del vapor acqueo si è precipitato sotto forma granulare, quasi fosse stato emulsionato.

Grazie a questa singolare proprietà della celloidina noi abbiamo potuto nei nostri studi sull'argomento, rilevare molti dati abbastanza interessanti relativamente alla traspirazione delle foglie, dei fiori e di altri organi della pianta, laonde crediamo ora opportuno di riportare talune osservazioni che abbiamo fatto su alcuni organi parzialmente colorati dall'antocianina, valendo le stesse ad estendere ed a confermare quanto già venne segnalato nelle nostre precedenti note.

a) Fiori.

Tropaeolum. In alcune varietà le parti colorate della corolla traspirano meno energicamente di quelle incolore (v. Tav. XII, fig. 5 e 6).

Epacris. La corolla tubulosa è vivamente colorata verso la base, incolora all'apice. In corrispondenza di quest'ultimo la traspirazione è più attiva (Tav. XII, fig. 7).

Dendrobium Pierardi. Il labello è percorso in corrispondenza della base da strie antocianiche che accompagnano le nervature, sulle quali il processo traspiratorio è poco accentuato in confronto delle altre parti (Tav. XII, fig. 10).

Viola. Le regioni non colorate dall' antocianina traspirano di più di quelle impregnate di pigmento (Tav. XII, fig. 8).

Iris germanica. Alla base di ogni tepalo si incontrano delle striature di color bleu carico, mentre la rimanente porzione dell'organo è più pallidamente tinta. La traspirazione è più attiva nelle parti meno colorate. Esponendo il fiore, ricoperto di collodio, ai vapori di etere si osserva che anche le parti più intensamente bleu traspirano energicamente e l'uscita del vapor acqueo avviene di preferenza dalle pareti anticline delle cellule epidermiche.

Primula sinensis. In alcune varietà, la porzione basale del lembo corollino è biancastra, mentre la periferia dello stesso è colorata in rosso

per un tratto più o meno ampio. L'intorbidamento delle pellicole è più accentuato in corrispondenza della porzione incolore, ciò che indica che in questa vi ha una più accentuata traspirazione (Tav. XII, fig. 9).

Ixora floribunda e Columnea-Lindleyana. È abbastanza manifesta una maggior traspirazione nelle parti incolore del fiore (faccia interna del tubo corallino).

Saxifraga crassifolia. La corolla traspira di più in corrispondenza della faccia esterna assai pallida. L'eliminazione del vapor acqueo è pochissimo accentuata lungo il margine dove abbonda l'antocianina.

Clerodendron. In corrispondenza della faccia esterna, meno antocianica, della corolla, la traspirazione è più attiva.

Hyacinthus. In talune varietà colorate la corolla traspira di più in corrispondenza del lato esterno meno ricco di antocianina.

Rogiera macrophylla. L'antocianina invade gli strati mediani della corolla avvicinandosi talora più o meno all'epidermide. Alcuni tratti della corolla sono del tutto privi, o per lo meno poveri di pigmento, e gli stessi traspirano energicamente.

Questi esempi bastano, assieme a quelli già riportati nelle nostre pubblicazioni precedenti, a dimostrare che in generale dove vi ha antocianina nel fiore, la traspirazione è meno accentuata. Il fenomeno è particolarmente manifesto nelle corolle gamopetale poichè nelle stesse il tubo corollino, per lo più di color biancastro perchè protetto dal calice, è quasi sempre attivamente traspirante. Le regioni nettarifere poi traspirano costantemente con grande energia, ma per ragioni ben note, sulle quali non crediamo di dovere insistere.

Le sopraenunciate conclusioni offrono tuttavia non poche eccezioni, molte delle quali però sono forse dovute alla circostanza che le regioni antocianiche contengono maggior quantità d'acqua in confronto di quelle incolore (macchie antocianiche di *Lilium Martagon*, *Hepatica triloba*, ecc.).

In questo genere di ricerche occorre procedere molto cauti prima di pronunciare un giudizio sull'intensità della traspirazione di una data parte della pianta, inquantochè molte volte l'intorbidamento delle pellicole è solo apparente e noi abbiamo appunto nella 2ª nota sull'argomento segnalate le principali cause di errore che si debbono evitare. In non pochi casi poi le regioni antocianiche del fiore appaiono traspirare in egual misura di quelle incolore, ma l'osservazione microscopica della pellicola mostra che ivi assai spesso la costituzione delle cellule epidermiche e della cuticola è alquanto differente da quella delle parti incolore, per cui si può affermare che molti e complessi sono i fattori, i quali, oltre all'antocianina, regolano la traspirazione nelle varie parti della pianta e fra questi merita di esser segnalato, come maggiormente importante, la costituzione fisico-chimica delle membrane.

b) Foglie.

Ranunculus velutinus. In corrispondenza delle macchie di antocianina che si incontrano verso la base delle foglie giovani, la traspirazione è meno attiva che nelle altre regioni colorate in verde, della foglia (Tavola XII, pag. 11).

Hakea. Le foglie sono verdi in corrispondenza della base, rossiccie verso l'apice. La parte rossa mostra assai spesso di traspirare con energia e l'intorbidamento delle pellicole dovuto ad un tale fenomeno, non si manifesta soltanto sui tratti corrispondenti alle sottoposte pareti radiali delle cellule epidermiche, ma anche qua e là sulle aree sovrapposte alla parete esterna degli elementi in questione.

Calla palustris. La traspirazione è poco intensa lungo i bordi delle foglie giovani, dove si scorge per lo più una zona antocianica.

Piper clusiaefolium. Le foglie sono rosse ai margini ed ivi la traspirazione è spesso assai attiva.

Medicago maculata. Le foglie presentano verso la base una larga macchia rossa in corrispondenza della quale la traspirazione è poco attiva. Anche i saggi colle cartine di cobalto dimostrarono lo stesso fatto.

Sui nettari estrafiorali della *Vicia Faba* colorati vivamente da un pigmento assai affine se non identico all'antocianina; sulla parte colorata vivamente in rosso delle squame di *Begonia nigrescens*: sulla regione antocianica delle foglie di *Acacia heteracautha* e di altre piante noi troviamo che assai spesso vi ha più attiva traspirazione in confronto delle aree verdi.

Per quanto concerne i nettari il fenomeno è dovuto indubbiamente alla maggior quantità di liquido presente nei tessuti degli stessi, mentre per ciò che concerne le foglie giovani il maggior disperdimento di vapor acqueo nelle parti rosse può esser dovuto al fatto che le regioni arrossate sono meno evolute di quelle verdi e quindi avendo esse una cuticula più sottile devono traspirare più attivamente. Noi segnaleremo però più tardi non poche eccezioni.

A prescindere pertanto da alcune eccezioni che possono trovare la loro spiegazione quando si considerino accuratamente tutti i fattori che regolano il processo della traspirazione (cuticola più o meno ispessita, cera, ecc.), noi possiamo dedurre la conclusione, che le parti rosse delle piante tendono in generale a traspirare meno energicamente di quelle altrimenti colorate, salvo il caso che non contengono molto maggior copia d'acqua perchè allora possono traspirare più intensamente.

Il metodo delle pellicole costituisce un prezioso sussidio nelle ricerche sulla traspirazione[1] ed esso trova un'ampia conferma nel metodo delle pesate del quale verremo ora esponendo i risultati.

2.° **Metodo delle pesate.**

Come è noto se si abbandona in un ambiente qualsiasi, in ispecie poi se riscaldato, una pianta od una parte della stessa, si osserva che queste diminuiscono a poco a poco di peso in proporzione della quantità di acqua che evaporano o traspirano; la quale a parità di condizioni esterne, sarà tanto maggiore quanto meno sono accentuati i mezzi di difesa (spessore della cuticola, superficie evaporante, ecc.) di cui la pianta o l'organo dispone.

La bilancia costituisce pertanto uno strumento importantissimo per le ricerche sulla traspirazione, ma i dati che noi possiamo ricavare colle pesate possono condurre a fallaci conclusioni quando l'osservatore non si premunisca contro tutte le cause possibili di errore le quali si manifestano in particolar modo allorchè si tratta di comparare il decorso della traspirazione o dell'evaporizzazione di due vegetali o di due parti omologhe appartenenti a specie differenti, per quanto fra loro affini.

In specie se si applica il metodo delle pesate comparative, come abbiamo fatto noi, allo studio della traspirazione o dell'evaporizzazione sia fiorale che fogliare, allo scopo di investigare se gli organi colorati dall'antocianina emettano maggior copia di vapore acqueo o viceversa ne emettano meno delle corrispondenti parti prive di pigmento, occorre circondarsi delle più minute cautele onde ottenere risultati attendibili.

Innanzi tutto è duopo fare attenzione che le parti omologhe, differentemente colorate, abbiano raggiunto lo stesso periodo di esistenza perchè altrimenti il differente spessore della cuticola, la diversa struttura del contenuto cellulare ed altre cause altererebbero i risultati.

I differenti esemplari di piante poi che forniscono gli organi per l'esame, devono appartenere possibilmente alla stessa specie e costituire

---

[1] Allo scopo di studiare la traspirazione delle due faccie della foglia dal punto di vista comparativo, il Deherain ha pure fatto uso del collodio, ma unicamente come mezzo atto ad impedire la traspirazione della parte su cui veniva spalmato, migliorando così i metodi di Bonnet, di Guettard, di Duhamel, di Mer, i quali invece si valevano per lo stesso scopo di sostanze resinose spesso dannosissime. Il Deherain non sottopose però le pellicole all'osservazione microscopica, ciò che gli avrebbe permesso di arrivare molto tempo prima di noi ad una conoscenza un po' intima del processo traspiratorio.

così soltanto delle varietà, poichè quanto meno affini fra loro si presentano, altrettanto più contradditorie conclusioni ci danno.

Una particolare attenzione bisogna anche porre alle superfici evaporanti, dovendo le stesse, per quanto è possibile, essere uguali fra loro. Ma la realizzazione di una tale condizione di cose urta assai spesso contro gravi difficoltà, poichè organi di uguale superficie possano avere differente spessore e quindi è solo possibile ridurre al minimo la causa di errore dovuta al diseguale sviluppo dell'organo ripetendo e variando gli esperimenti.

Infine le parti sottoposte all' esperienza devono esser tenute per tutta la durata di questa, nelle stesse condizioni di luce, temperatura, umidità, ecc., e pesate sempre nello stesso momento.

Nelle nostre ricerche, per metterci nelle condizioni di esperimento il più che fosse possibile rigorose, ci siamo attenuti a due processi: coll'uno di questi abbiamo esaminato la quantità di acqua che vanno perdendo di giorno in giorno gli organi colorati dell'antocianina (foglie, fiori) in confronto di quelli omologhi, ma privi di pigmento. A tal uopo, scelte le piante appartenenti sia a specie diverse e sia a varietà diversamente colorate di una unica specie abbiamo dalle stesse esportati quegli organi (per lo più foglie o fiori) che in uno degli esemplari erano colorati dall'antocianina, nell'altro privi di detto pigmento onde poterli di poi pesare ad intervalli di 24 ore.

In questi esperimenti si è cercato che il numero degli organi fosse identico nei due lotti, e possibilmente anche uguale fosse il peso dei due lotti all'inizio dell'esperienza.

Il metodo dà dei risultati di una certa importanza, ma non rigorosi, poichè, a prescindere dalle difficoltà cui si va incontro allorchè si cerca di ottenere due lotti ugualmente pesanti ed ugualmente ricchi di organi, noi dobbiamo ancora aver presente che anche quando tutte le condizioni richieste dall'esperimento siano soddisfatte, si ha sempre l'intervento in causa, della differente costituzione degli organismi la quale può influire moltissimo sui risultati.

Tali ricerche saranno rigorose soltanto nel caso che anche questa causa sia eliminata e le condizioni dello esperimento siano tali che i due lotti differiscano fra loro unicamente per la mancanza in uno e la presenza nell'altro dell'antocianina.

Ad una tale condizione soddisfa il secondo metodo, per l'impiego del quale noi abbiamo portato la nostra attenzione a quegli organi che sono forniti di colorazioni differenti, come si verifica ad esempio in molte foglie ornamentali che sono cosparse di macchie antocianiche o per molti fiori che presentano delle colorazioni settoriali.

A tal uopo per mezzo di uno strumento quanto mai semplice, costituito da un cilindro metallico cavo, a bordi affilati, abbiamo staccati dagli organi in questione, dei dischi di tessuto, naturalmente sempre uguali per dimensioni; gli uni dei quali erano colorati dall'antocianina gli altri invece privi di questo pigmento. Oltre a ciò si è pure spesso avuta la precauzione, in specie se si trattava di foglie, di staccare i dischi da regioni omologhe, onde non dover confrontare fra loro ad esempio un disco stato esportato dalla base del lembo fogliare, con un altro preso in corrispondenza dell'apice della foglia.

Se si può disporre di molte foglie o di molti fiori screziati di antocianina, si riesce ad avere un numero abbastanza rilevante di siffatti dischi, che di poi vengono pesati ad intervalli di 24 ore, mantenendo separati quelli di un colore da quelli di tinta differente. Quando il numero dei dischi antocianici sia uguale a quello dei dischi privi di tale pigmento, essendo la superficie evaporante dei due lotti eguale, (poichè un unico processo venne impiegato nella confezione dei dischi), come identica è la struttura degli stessi perchè presi dallo stesso organo, nè avverrà che i risultati ottenuti, saranno comparabili fra loro e quanto mai attendibili.

Operando in siffatta guisa noi abbiamo eliminato del tutto le influenze individuali; però dato il numero esiguo di piante che si prestano per questo genere di ricerche, le nostre esperienze non furono numerose.

Questo processo che noi, per ragione di brevità, indicheremo col nome di *Metodo dei dischi*, venne pure impiegato nelle ricerche comparative su organi appartenenti a varietà differenti e ciò allo scopo di eliminare le cause d'errore dovute alla diversa superficie evaporante e di ridurre al minimo le differenze di peso.

Tanto col metodo delle pesate di organi interi, quanto col metodo dei dischi, data la lunga durata che deve aver l'esperimento, noi non possiamo trarre alcun giudizio sulla traspirazione p. e. delle piante, [1] ma solo sulla quantità di acqua eliminata sia per la traspirazione e sia per la evaporizzazione, ciò che però ci porta a conclusioni di non poco rilievo riguardo alla quantità di acqua contenuta negli organi diversamente colorati.

I risultati ottenuti sono raccolti nelle presenti tabelle, nelle quali la prima colonna indica la data dell'esperienza, la seconda la perdita giornaliera di peso che ha subito l'organo o la parte di organo colorato dall'antocianina, la terza la quantità giornaliera di acqua che l'uno

[1] Salvo il caso che all'inizio degli esperimenti si ricorra frequentemente alle pesate.

o l'altra ha emesso, la quinta la perdita di peso giornaliero dell'organo o della parte di organo priva di antocianina, la sesta la quantità di acqua eliminata ad intervalli di 24 ore dall'uno o dall'altra ed infine la terza colonna il rapporto tra la quantità d'acqua perduta, per ogni singolo giorno, dalle parti antocianiche in confronto di quelle altrimenti colorate. Il segno (+) posto accanto alle singole cifre significa costantemente che la parte o l'organo antocianico ha perduto una maggior copia di acqua, il cui ammontare è indicato dalla cifra stessa, mentre il segno (—) indica una perdita minore in confronto delle parti non antocianiche. [1]

L'esperienze venivano troncate non sì tosto la quantità d'acqua perduta in un giorno era divenuta insignificante, oppure il peso dell'acqua eliminata nelle 24 ore dai due lotti, raggiungeva pressochè lo stesso valore.

Nella Tavola XV sono tracciati i diagrammi corrispondenti ai valori indicati da alcune esperienze. Per semplificare le curve grafiche, noi abbiamo supposto che la perdita d'acqua dalle parti non antocianiche sia invariabile e quindi l'abbiamo indicata con una linea orizzontale (linea nera e a tratti pieni) mentre si è segnato con una linea rossa spezzata l'andamento della perdita d'acqua degli organi e dischi antocianici per tutta la durata dell'esperimento ed in rapporto al valore indicato dalla linea nera orizzontale.

L'estremità sinistra del tracciato corrisponde all'inizio, quella di destra alla fine della esperienza. Oltre a ciò la minor evaporizzazione per parte degli organi o dischi antocianici rispetto a quelli privi di pigmento, vien indicata da quei tratti delle linee rosse che stanno al di sotto della linea nera orizzontale, mentre la maggior evaporizzazione relativa delle stesse parti viene indicata dalle porzioni delle linee rosse sovrapposte a detta linea.

I diagrammi non indicano già, come ben si comprende la perdita assoluta d'acqua che ha luogo nei singoli tessuti, ma bensì si riferiscono ai risultati che ci fornisce la colonna terza, cioè ci danno la differenza in più o in meno di evaporizzazione che ha luogo negli organi antocianici rispetto a quelli privi di tale pigmento. Ogni decimetro di spostamento, sia dal lato superiore che inferiore della linea nera orizzontale corrisponde a 1 decigr. di differenza nell'evaporizzazione (rispet. nella traspirazione) delle due sorta di organi. Fanno però eccezione alcuni diagrammi i quali per ragioni di spazio vennero disegnati in scala ridotta.

---

[1] Per la esperienza col cloroformio e con gli schermi colorati si è ricorso allo stesso processo per l'esecuzione delle tabelle, ma il lettore può comprendere il significato delle stesse senza che noi si dia ulteriori spiegazioni.

Ad ogni diagramma va annessa una linea punteggiata nera la quale segna la quantità di peso che gli organi antocianici hanno perduto durante l'esperimento, in rapporto alla perdita di peso che gli organi non antocianici hanno subìto in pari tempo, che per ragioni di semplicità si è ritenuta invariabile e perciò venne indicata dalla stessa linea nera orizzontale sopra accennata. L'estremità sinistra della linea punteggiata segna il peso iniziale dell'organo antocianico rispetto a quello non pigmentato, l'estremità di destra invece segna il peso dello stesso al fine dell'esperienza, sempre rispetto a quello dell'organo privo di pigmento. Se la linea punteggiata sta al disopra di quella orizzontale ciò significa che l'organo antocianico ha conservato per tutto il tempo che durò l'esperienza un peso maggiore di quello dell'organo privo di pigmento, mentre l'opposta condizione di cose, viene indicato dalle linee o dalle porzioni di linea sottoposte alla retta orizzontale.

La durata delle esperienze è data dalla carta millimetrata stessa, poichè una distanza di un mezzo centimetro segnata sulla linea orizzontale nera corrisponde ad un giorno d'esperimento.

Come sopra è stato detto, noi abbiamo fatto una prima serie di esperienze intese a ricercare unicamente se le parti rosse abbiano il potere di trattenere *all'inizio dell'esperienza*, più energicamente l'acqua in confronto di quelle altrimenti colorate, e prescindere dalla quantità totale d'acqua contenuta nell'interno degli organi sottoposti all'esperimento.

I risultati ottenuti sono consegnati nelle seguenti tabelle:

A). **Esperienze con organi interi appartenenti a varietà, colorate diversamente, della stessa specie.**

Esperienza 1.ª

Fiori rossi e bianchi di *Azalea indica.*

Data dell'esperienza	20 fiori rossi. Peso giornaliero	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori rossi	I fiori rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (−) quantità d'acqua in confronto di quelli bianchi	20 fiori bianchi Peso giornaliero	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori bianchi
19 Marzo 1902	9,4129			9,4950	
20 „ „	8,4571	0,9558	— 0,0923	8,4469	1,0481
21 „ „	8,1463	0,3108	— 0,0057	8,1304	0,3165
22 „ „	7,9826	0,1637	— 0,0743	7,8924	0,2380
	Totale	1,4303		Totale	1,6026

ESPERIENZA 2.ª

Foglie verdi e rosse di *Achyrantes* (V. Tav. XV, fig. 12).

Data dell'esperienza	Peso giornaliero delle foglie rosse (20 foglie)	Perdita giornaliera d'acqua dalle foglie rosse	Le foglie rosse hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelle verdi	Peso giornaliero delle foglie verdi (20 foglie)	Perdita giornaliera d'acqua dalle foglie verdi
26 Marzo 1902	7,7543			7,8114	
27 " "	7,4638	0,2905	— 0,0635	7,4574	0,3540
28 " "	7,4409	0,0229	+ 0,0110	7,4455	0,0119
29 " "	7,4319	0,0090	+ 0,0010	7,4375	0,0080
	Totale	0,3224		Totale	0,3739

ESPERIENZA 3.ª

Fiori rossi e bianchi di *Azalea indica.*

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 30 corolle rosse	Perdita giornaliera d'acqua dalle corolle rosse	I petali rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto dei bianchi	Peso giornaliero di 30 corolle bianche	Perdita giornaliera d'acqua dalle corolle bianche
26 Marzo 1902	8,6845			8,2037	
27 " "	8,0708	0,6137	+ 0,3056	7,8956	0,3081
28 " "	7,7248	0,3460	+ 0,1453	7,6949	0,2007
29 " "	7,5574	0,1674	+ 0,0345	7,5620	0,1329
	Totale	1,1271		Totale	0,6417

Delle seguenti esperienze riporteremo qui soltanto i risultati finali senza tener conto dei singoli dati:

ESPERIENZA 4.ª

Corolle bianche e rosse di *Azalea indica.*

In questa esperienza, anzichè un numero determinato di corolle, si impiegarono due lotti di ugual peso.

All'inizio dell'esperienza (29 Maggio 1902) i due lotti pesavano . . . . gr. 27,2800

Il 30 Maggio il lotto delle corolle rosse aveva in confronto di quello delle verdi un maggior peso di . " 1,0120

Il 31 Maggio, Idem . . . . gr. 1,5700
Il 1 Giugno „ . . . . „ 2,5000
Il 2 „ „ . . . . „ 2,7250
Il 3 „ „ . . . . „ 1,6534

ESPERIENZA 5.ª

Foglie rosse e verdi di *Corylus Avellana.*

Il peso iniziale di ognuno dei lotti, l'uno formato di foglie verdi l'altro di foglie rosse, era di . . . gr. 26,5000
Il 30 Maggio 1902 il lotto delle foglie rosse aveva un maggior peso in confronto di quello delle foglie verdi di . . . . „ 0,7630
Il 31 Maggio 1902, Idem . . . . „ 0,9879
Il 1 Giugno 1902 „ . . . . „ 1,7581
Il 3 „ „ „ la differenza di peso era sol più di „ 0,5700
Il 5 „ „ „ il lotto delle foglie verdi cominciava a superare quello a foglie rosse di „ 0,4523

ESPERIENZA 6.ª

Petali rossi e bianchi di *Tulipa.*

Peso iniziale dei singoli lotti . . . . gr. 35,1808
Dopo 1 giorno i petali rossi pesav. di più di quelli bianchi „ 1,8786
Dopo 2 giorni . . . . „ 2,1500
Dopo 3 giorni . . . . „ 0 8250

B). **Esperienze col metodo dei dischi.**

ESPERIENZA 7.ª

Fiori bianchi e rossi di *Paeonia.* N. 50 dischi del diametro di 18 millimetri.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 50 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli bianchi	Peso giornaliero di 50 dischi bianchi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi bianchi
28 Giugn. 1902	1,8630			2,3600	
29 „ „	1,5340	0,3290	— 0,4810	1,5500	0,8100
30 „ „	1,4500	0,0840	— 0,0370	1,4290	0,1210
1 Luglio „	1,3690	0,0810	+ 0,0670	1,4150	0,0140
	Totale	0,4940		Totale	0,9450

ESPERIENZA 8.ª

Foglie rosse e verdi di *Dracaena*.

Dalle foglie che vennero scelte, per quanto era possibile, nello stesso periodo di evoluzione vennero esportati 30 dischi per lotto, del diametro di circa 18 millimetri.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 30 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli verdi	Peso giornaliero di 30 dischi verdi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi verdi
1 Giugno 1902	8,7961			9,5931	
2 " "	8,3890	0,4074	— 0,1617	9,0240	0,5691
3 " "	8,1434	0,2456	— 0,0441	8,7343	0,2897
4 " "	7.9286	0,2148	— 0,1383	8,3812	0,3531
	Totale	0,8678		Totale	1,2119

ESPERIENZA 9.ª

Foglie rosse e verdi di *Dracaena*. È una ripetizione della precedente, essendo stata eseguita con egual numero di dischi.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 30 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli verdi	Peso giornaliero di 30 dischi verdi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi verdi
1 Aprile 1902	8,8179			9,5931	
2 " "	8,3970	0,4209	— 0,1482	9,0240	0,5691
3 " "	8,1760	0,2210	— 0,0687	8,7343	0,2897
4 " "	7,9544	0,2216	— 0,1315	8,3812	0,3531
	Totale	0,8635		Totale	1,2119

ESPERIENZA 10.ª (V. Tav. XV, fig. 4).

Foglie verdi e rosse di *Canna indica*, dalle quali si asportarono 30 dischi larghi circa 18 mill. Le foglie adoperate per l'esperienza avevano raggiunto pressochè lo stesso grado di sviluppo.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 30 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (−) quantità d'acqua in confronto di quelli verdi	Peso giornaliero di 30 dischi verdi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi verdi
1 Aprile 1902	8,9120			9,0800	
2 „ „	8,3709	0,5411	— 0,1379	8,4010	0,6790
3 „ „	8,0800	0,2909	— 0,0756	8,0315	0,3665
4 „ „	7,7410	0,3390	+ 0,0799	7,7754	0,2591
	Totale	1,1710		Totale	1.3046

ESPERIENZA 11.ª

Petali rossi e bianchi di *Tulipa*. 46 dischi del diametro di 18 millimetri.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 46 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi perdono una maggiore (+) o minore (−) quantità d'acqua in confronto di quelli bianchi	Peso giornaliero di 46 dischi bianchi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi bianchi
12 Aprile 1902	10,6735			11,0094	
13 „ „	9,0183	1,6552	— 0,4142	8,9400	2,0694
14 „ „	7,8820	1,1363	+ 0,0586	7,8623	1,0777
15 „ „	7,8430	0,0390	+ 0,0292	7,8525	0,0098
	Totale	2,8305		Totale	3,1569

ESPERIENZA 12.ª

Corolle rosse e bianche di *Azalea indica*: 35 dischi di 18 mill.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 35 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi perdono una maggiore (+) o minore (−) quantità di acqua in confronto di quelli bianchi	Peso giornaliero di 35 dischi bianchi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi bianchi
29 Marzo 1902	8,6152			8,6014	
30 „ „	8,0552	0,5600	+ 0,0267	8,0681	0,5333
31 „ „	7,5040	0,5512	— 0,0129	7,5040	0,5641
	Totale	1,1112		Totale	1,0974

ESPERIENZA 13.ª

Petali bianchi e rossi di *Camellia japonica*. 25 dischi del diam. di 18 mill.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 25 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore quantità d'acqua in confronto di quelli bianchi	Peso giornaliero di 25 dischi bianchi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi bianchi
22 Marzo 1902	9,7468			9,6163	
23 " "	8,5810	1,1658	+ 0,5363	8,9868	0,6295
24 " "	7,6337	0,9473	— 0,0444	7,9951	0,9917
25 " "	7,6282	0,0055	— 0,1438	7,8458	0,1493
	Totale	2,1186		Totale	1.7705

Appare manifesto da queste tredici esperienze che, in tesi generale, gli organi antocianici tendono ad emettere, sul principio dell'esperienza, una minore quantità di acqua in confronto di quelli privi di detto pigmento. Solo la *Camellia japonica* e l'*Azalea indica* (2 casi) avrebbero dato, fra le piante da noi studiate, dei risultati discordanti.

Intanto giova notare che la minore emissione di vapore acqueo per parte degli organi antocianici riesce evidente sia che si tenga conto soltanto del peso degli organi soggetti all'esperimento, sia che si paragonino fra loro superfici uguali (V. esperienze col metodo dei dischi).

C). Esperienze con tessuti diversamente colorati, ma appartenenti ad un unico individuo ed anzi ad uno stesso organo di questo.

Se noi volgiamo ora la nostra attenzione agli organi impregnati di antocianina in taluni punti della loro superficie e misuriamo la perdita d'acqua che ha luogo dalle parti antocianiche e da quelle altrimenti colorate arriviamo a conclusioni alquanto differenti da quelle che abbiamo potuto rilevare nei precedenti esperimenti. Per questo genere di ricerche, come ben si comprende, si deve ricorrere esclusivamente al metodo dei dischi.

ESPERIENZA 14.ª

Alcune varietà di *Azalea indica*, presentano una corolla rosea o biancastra la quale in corrispondenza della porzione morfologicamente superiore, si mostra cosparsa di macchie antocianiche di color rosso vivo.

Dalle corolle così costituite noi abbiamo asportato 40 dischi di 18 mill., la metà dei quali venne tolta dalla regione cosparsa di macchie, gli altri dalla regione pallidamente colorata od anco incolora.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 20 dischi cosparsi di macchie	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi macchiati hanno perduto una maggiore (+) o minore (-) quantità d'acqua in confronto di quelli senza macchie	Peso giornaliero dei dischi pallidamente colorati o bianchi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi antocianici
30 Marzo 1902	8,7180			8,3823	
31 „ „	8,1957	0,5223	+ 0,0774	7,9374	0,4449
1 Aprile „	7,7968	0,3989	+ 0,0815	7,6200	0,3174
	Totale	0,9212		Totale	0,7623

Esperienza 15.ª

Petali di *Camellia japonica* (var. variegata). 24 dischi per lotto. Diametro dei dischi 18 mill.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 25 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (−) quantità d'acqua in confronto di quelli bianchi	Peso giornaliero di 25 dischi bianchi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi incolori
26 Marzo 1902	10,2900			9,8549	
27 „ „	8,6437	1,6463	+ 0,5061	8,7147	1,1402
28 „ „	7,8766	0,7671	+ 0,1142	8,0618	0,6529
	Totale	2,4134		Totale	1,7931

Esperienza 16.ª

Fiori screziati di rosso e di bianco di *Camellia japonica*.

Peso iniziale dei dischi rossi .	gr.	10,9646
„ dopo 24 ore . .	„	7,7274
Acqua perduta in 24 ore . .	gr.	3,2372
Peso inziale dei dischi bianchi	gr.	10,9869
„ dopo 24 ore . .	„	7,6913
Acqua perduta in 24 ore . .	gr.	3,2956

I dischi bianchi hanno adunque perduto 0.0584 gr. d'acqua in più di quelli rossi, nello spazio di 24 ore.

Esperienza 17.ª

Foglie di *Pelargonium zonale.*

Si asportarono 48 dischi, del diametro di 8 mill., tanto dalla regione antocianina che da quella verde situata al davanti della zona rossa. Da ogni singola foglia si ottenne un ugual numero di dischi verdi e rossi.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero dei dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli verdi	Peso giornaliero dei dischi verdi presi dalla periferia delle foglie	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi verdi
9 Marzo 1902	8,0513			8,0010	
10 " "	8,0119	0,0394	— 0,3616	7,6000	0,4010
11 " "	7,5370	0,4749	+ 0,4076	7,5327	0,0673
	7,5147	0,0223	— 0,0004	7,5100	0,0227
	Totale	0,5366		Totale	0,4910

Esperienza 18.ª

Foglie di *Pelargonium zonale.* 48 dischi del diametro di 8 mill.

È analoga alla precedente, colla differenza però che i dischi verdi vennero asportati dalla regione basale della foglia, anzichè dalla periferia.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 48 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli verdi	Peso giornaliero dei 48 dischi verdi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi verdi
1 Aprile 1902	8,0513			8,2800	
2 " "	8,0119	0,0394	— 0,5971	7,6435	0,6365
3 " "	7,5370	0,4749	+ 0,3802	7,5488	0,0947
4 " "	7,5147	0,0223	— 0,0001	7,5264	0,0224
	Totale	0,5366		Totale	0,7536

Esperienza 19.ª

Foglie di *Canna indica* screziata di rosso e di verde.

Si asportarono 20 dischi rossi e altrettanti verdi prendendoli da parti omologhe.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 20 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli verdi	Peso giornaliero di 20 dischi verdi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi verdi
9 Aprile 1902	7,6133			7,6191	
10 „ „	7,4481	0,1652	— 0,0078	7,4461	0,1730
11 „ „	7,4384	0,0097	— 0,0010	7,4354	0,0107
	Totale	0,1749		Totale	0,1837

Nelle esperienze eseguite con organi variegati noi troviamo tre casi in cui le parti antocianiche perdono fin dall'inizio dell'esperimento una maggior quantità d'acqua in confronto di quelle altrimenti colorate; e tre altri in cui si hanno invece dei risultati affatto opposti (Esperienze 16, 17, 18 e 19).

Analoghi risultati vengono in luce se si considera la perdita di acqua che si ha al fine dell'esperienza, ma noi avremo occasione di far rilevare con altre esperienze continuate più a lungo, cioè fino a *totale* eliminazione dell'acqua contenuta nelle parti in esperimento che le ragioni antocianiche contengono più acqua di quelle colorate in modo diverso.

D). Esperienze con organi interi appartenenti a varietà della stessa specie, o a specie affini diversamente colorate.

Edotti dai risultati ottenuti, noi abbiamo iniziato una seconda serie di esperimenti nella quale però si è avuto cura di protrarre l'osservazione fino al momento in cui gli organi sottoposti all'esame non perdevano più acqua; anzi spesso a causa delle condizioni igrometriche della giornata erano persino in grado di assorbire il vapor acqueo dell'aria stessa.

Le seguenti esperienze costituiscono adunque una ripetizione di quelle riportate ai §§ A, B e C colla differenza però, che i risultati più completi, ci forniscono anche non pochi ragguagli sull'andamento dell'evaporizzazione e traspirazione degli organi esperimentati.

ESPERIENZA 20.ª

Antirrhinum majus. Corolle bianche e rosse.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 50 corolle rosse	Perdita giornaliera d'acqua dalle corolle rosse	Le corolle rosse hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelle bianche	Peso giornaliero di 50 corolle bianche	Perdita giornaliera d'acqua dalle corolle bianche
13 Giugn. 1902	20,4531			20,4531	
14 " "	17,4342	3,0189	— 0,4199	17,0143	3,4388
16 " "	13,5720	3,8622	— 0,7171	12,4350	4,5793
18 " "	9,4242	4,1478	— 0,0709	8,2163	4,2187
24 " "	5,0231	4,4011	+ 1,0400	4,8552	3,3611
2 Luglio "	3,1450	1,8781	+ 0,1429	3.1200	1,7352
10 " "	3,1398	0,0052	+ 0,0042	3,1190	0,0010
	Totale	17,3133		Totale	17,3341

ESPERIENZA 21.ª (V. Tav. XV, fig. 3.)

Brattee colorate della *Salvia Horminum*.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 110 brattee bleu	Perdita giornaliera d'acqua dalle brattee bleu	Le brattee bleu hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelle bianche	Peso giornaliero di 110 brattee bianche	Perdita giornaliera d'acqua dalle brattee bianche
3 Giugn. 1902	1,4800			1,4800	
4 " "	0,6586	0,8214	— 0,2739	0,5847	0,8953
5 " "	0,4511	0,2075	+ 0,0152	0,3924	0,1923
6 " "	0,3356	0,1155	+ 0,0220	0,2989	0,0935
7 " "	0,2824	0,0532	+ 0,0137	0,2594	0,0395
8 " "	0,2542	0,0282	+ 0,0114	0,2426	0,0168
9 " "	0,2420	0,0122	+ 0,0046	0,2350	0,0076
10 " "	0,2250	0,0170	+ 0,0067	0,2247	0,0103
11 " "	0,2389			0,2382	
12 " "	0,2336			0,2368	
13 " "	0,2330			0,2365	
	Totale	1,2550		Totale	1,2553

Esperienza 22.ª

Fiori bleu e bianchi di *Petunia*.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 25 corolle bleu	Perdita giornaliera d'acqua dalle corolle bleu	Le corolle bleu hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelle bianche	Peso giornaliero di 25 corolle bianche	Perdita giornaliera d'acqua dalle corolle bianche
10 Nov. 1902	6,1896			5,8448	
11 " "	4,8825	1,3071	— 0,0789	4,4588	1,3860
12 " "	3,8157	1,0668	— 0,0380	3,3540	1,1048
13 " "	3,7292	0,0865	— 0,0445	2,2230	1,1310
14 " "	1,6718	2,0574	+ 0,8662	1,3568	0,8662
15 " "	1,3205	0,3513	+ 0,0706	1,0761	0,2807
16 " "	1,2375	0,0830	+ 0,0201	1,0132	0,0629
17 " "	1,1380	0,0995	+ 0,0322	0,9459	0,0673
18 " "	1,1482			0,9633	
20 " "	1,1380			0,9517	
	Totale	5,0516		Totale	4,8989

In questa esperienza i fiori bleu avrebbero perduto una quantità d'acqua superiore a quella eliminata dalle corolle bianche (+ 0.1527) il che, come vedremo in seguito, darebbe un risultato non conforme alle nostre vedute, ma se noi riportiamo a 1000 in peso di sostanza secca, il risultato che si ha, corrisponde pienamente ai risultati che si devono ottenere.

Infatti:

11.380 (peso secco delle cor. bleu): 5,0516 (acqua elim. dalle cor. bleu)::

:: 1000 p. s. : x $x = 4438$

0,9459 (peso secco delle cor. bianche): 4,8989 (acqua elim. dalle cor. bianche):: 1000 : x $x = 5179$.

Esperienza 23.ª — Fiori bleu e bianchi di *Petunia*. Questa esperienza è una ripetizione della precedente.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 20 corolle bleu	Perdita giornaliera d'acqua dalle corolle bleu	I fiori bleu hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli bianchi	Peso giornaliero di 20 corolle bianche	Perdita giornaliera d'acqua dalle corolle bianche
10 Nov. 1902	4,4755			5,2720	
11 " "	3,4472	1,0283	+ 0,6563	4.9000	0,3720
12 " "	2,1315	1,3157	— 1,1723	2,4120	2.4880
13 " "	1,4871	0.6444	— 0,3037	1,4639	0,9481
14 " "	0,9335	0,55 6	+ 0,0263	0,9366	0,5273
15 " "	0,7093	0,2242	— 0,0229	0,6895	0,2471
16 " "	0,6905	0,0188	+ 0,0067	0,6774	0,0121
17 " "	0.6651	0,0254	+ 0.0080	0,6600	0,0174
18 " "	0.6272	0,0379	+ 0,0041	0,6262	0,0338
19 " "	0,6425			0,6428	
	Totale	3,8483		Totale	4,6458

Esperienza 24.ª — Calice petaloide di *Fuchsia splendens*. (Var' rossa e bianca.)

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 30 calici rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai calici rossi	I calici rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli bianchi	Peso giornaliero di 30 calici bianchi	Perdita giornaliera d'acqua dai calici bianchi
30 Sett. 1902	21,7600			21,6500	
1 Ottobre "	10,3530	11,4070	+ 2,6789	12,9219	8,7281
2 " "	6,9720	3,3810	+ 0,4806	10,0215	2,9004
3 " "	4,9500	2,0220	— 0,3584	7,6411	2,3804
4 " "	3,3988	1,5512	— 0,9044	5,1855	2,4556
5 " "	2,9900	0,4088	— 0,4055	4,3712	0,8143
6 " "	2.5733	0,4167	— 0,4513	3,5032	0,8680
7 " "	2,5270	0.0463	— 0,2974	3,1595	0,3437
8 " "	2,4638	0,0632	— 0,2602	2,8361	0,3234
9 " "	2,4338	0,0300	— 0.1558	2,6503	0,1858
10 " "	2,4142	0,0196	— 0,1251	2,5056	0,1447
11 " "	2,3600	0,0542	— 0,0907	2,3607	0,1449
12 " "	2,1922	0,1678	— 0,0234	2,1695	0,1912
13 " "	2,2503	0,0568	+ 0,0249	2,1376	0,0319
14 " "	2,2600	0,0679	+ 0,0235	2,0932	0.0444
15 " "	2,1354	0,0193	— 0,1209	1,9530	0,1402
16 " "	2,0675			1,8697	0,0893
17 " "	2,1064			1,8600	0,0097
18 " "	2,0482			1,8006	0,0594
19 " "	2,0578			1,7985	0,0021
20 " "	2,1466			1,8474	
	Totale	20,7118		Totale	19,8515

ESPERIENZA 25.ª — *Nerium Oleander*. (7 fiori rossi e 7 bianchi.)

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 7 fiori rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori rossi	I fiori rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli bianchi	Peso giornaliero di 7 fiori bianchi	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori bianchi
9 Nov. 1902	1,9655			2,7760	
10 „ „	1,5100	0,4555	— 0,3356	1,9849	0,7911
11 „ „	0,8975	0.6125	— 0,2275	1,1449	0,8400
12 „ „	0,5829	0,3146	— 0,0374	0,7929	0,3520
13 „ „	0,4220	0,1609	— 0,0385	0,5935	0,1994
14 „ „	0.4033	0,0187	— 0,0248	0,5560	0,0435
15 „ „	0,4176			0,5748	
	Totale	1,5622		Totale	2,2260

ESPERIENZA 26.ª — Corolle di *Azalea indica*. (Var. rossa e bianca.)

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 30 corolle rosse	Perdita giornaliera d'acqua dalle corolle rosse	I fiori rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli bianchi	Peso giornaliero di 30 corolle bianche	Perdita giornaliera d'acqua dalle corolle bianche
9 Aprile 1902	8,5054			8.4200	
10 „ „	8,0343	0,4711	+ 0,0211	7,9700	0.4500
11 „ „	7,7645	0,2698	+ 0,0140	7,7142	0,2558
12 „ „	7,5855	0,1790	+ 0,0220	7,5572	0,1570
13 „ „	7,5164	0,0691	+ 0,0135	7,5016	0,0556
14 „ „	7,4789	0,0375	+ 0,0118	7,4759	0,0257
15 „ „	7,4788	0,0001		7,4758	0,0001
	Totale	1,0266		Totale	0,9442

ESPERIENZA 27.ª — **Fiori bianchi e rossi di *Azalea indica*.**

Data dell'esperienza	Peso giornaliero dei fiori rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori rossi	I fiori rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli bianchi	Peso giornaliero dei fiori bianchi	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori bianchi
9 Giugno 1903	9,5058			9.5058	
10 „ „	6,2218	3,2840	— 0,5885	5,6333	3,8725
11 „ „	4,7525	1,4693	+ 0,0260	4,1900	1,4433
12 „ „	3,4376	1,3149	+ 0,0598	2,9349	1,2551
13 „ „	2.4600	0,9776	+ 0,1077	2,0650	0,8699
14 „ „	1,4042	1,0558	+ 0.3348	1,3440	0,7210
15 „ „	0,9561	0,4481	+ 0,1875	1,0834	0,2606
16 „ „	0,8131	0,1430	+ 0,0836	1,0240	0,0594
17 „ „	0.7000	0,1131	+ 0,0991	1,0100	0,0140
18 „ „	0.7531			0,9952	0,0148
19 „ „				0,9878	0,0074
20 „ „				0,9900	
	Totale	8,8058		Totale	8,5180

Esperienza 28.ª — 35 Fiori rossi e bianchi di *Primula*.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 35 fiori rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori rossi	I fiori rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto dei bianchi	Peso giornaliero di 35 fiori bianchi	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori bianchi
10 Febbr. 1903	4,2862			4,2862	
11 „ „	3,9800	0,3062	— 0,0341	3,9459	0.3403
12 „ „	3,7300	0,2500	— 0,0229	3,6730	0,2729
13 „ „	3,4565	0,2735	— 0,0155	3,3840	0,2890
14 „ „	3.2060	0,2505	— 0,0421	3,0914	0,2926
15 „ „	2,9709	0,2351	— 0,0312	2,8251	0,2663
16 „ „	2,7246	0,2463	— 0,0359	2,5429	0,2822
17 „ „	2,4463	0,2783	— 0,0420	2,2226	0,3203
18 „ „	2,1628	0,2835	— 0.0334	1,9057	0,3169
19 „ „	1,8865	0,2763	— 0,0637	1,5657	0,3400
20 „ „	1,6325	0,2540	— 0,0383	1,2734	0,2923
21 „ „	1,3445	0,2880	+ 0,0223	1,0077	0,2657
22 „ „	1,0855	0,2590	+ 0,0523*	0,8010	0,2067
23 „ „	0,8930	0,1925	+ 0,0447	0,6532	0,1478
24 „ „	0,7236	0,1694	+ 0,0778	0,5616	0,0916
25 „ „	0,6052	0,1184	— 0.0150	0,4582	0,1034
26 „ „	0,5183	0,0869	+ 0,0480	0,4193	0,0389
27 „ „	0,4550	0,0633	+ 0,0380	0,3940	0,0253
28 „ „	0,4245	0,0305	+ 0,0274	0,3909	0,0031
1 Marzo „	0,3954	0,0291	+ 0,0117	0,3735	0,0174
1 „ „	0,3718	0,0236	+ 0,0145	0,3644	0,0091
2 „ „	0,3656	0.0062	+ 0,0039	0,3621	0,0023
3 „ „	0,3300	0,0356		0,3280	0,0341
4 „ „	0,3139			0,3400	
	Totale	3,9562		Totale	3,9582

* I fiori rossi diventano bleu

Esperienza 29.ª — Fiori bianchi e rossi di *Tulipa*.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 30 petali rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai petali rossi	I petali rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli bianchi	Peso giornaliero di 30 petali bianchi	Perdita giornaliera d'acqua dai petali bianchi
14 Giugno 1903	14,4324			14,4324	
15 „ „	11,4300	3,0024	+ 0,4386	11,8686	2,5638
16 „ „	7,9010	3,5290	+ 0,8514	9,1910	2,6776
17 „ „	6,3358	1,5652	+ 0,1412	7,7670	1,4240
18 „ „	5,2430	1,0928	— 0,1473	6,5269	1,2401
19 „ „	4,8410	0,4020	— 0,7791	5,3458	1,1811
20 „ „	3,7541	1,0369	+ 0,1790	4,4379	0,9079
21 „ „	2,9875	0,7666	— 0,5365	3,1348	1,3031
22 „ „	2,6500	0,3375	— 0,3973	2,4000	0,7348
23 „ „	2,6560			2,2142	0,1858
24 „ „				2,0513	0,1629
25 „ „				2,0513	
	Totale	11,7824		Totale	12,3811

ESPERIENZA 30.ª — Fiori bianchi e bleu di *Hyacinthus*.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 13 fiori bleu	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori bleu	I fiori bleu hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto dei bianchi	Peso giornaliero di 13 fiori bianchi	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori bianchi
10 Aprile 1903	8,5535			8,5535	
11 " "	6,3250	2,2285	+ 0,1911	6,5161	2,0374
12 " "	5,1000	1,2250	+ 0,0979	5,3890	1,1271
13 " "	3,9304	1,1696	— 0,2605	3,9589	1,4301
14 " "	2.1000	1,8304	— 0,0196	2,1089	1,8500
15 " "	1,8253	0,2747	— 0.0983	1,7359	0,3730
16 " "	1,5812	0,2441	— 0,1303	1,3615	0,3744
17 " "	1,5178	0,0634	— 0.0881	1.2100	0,1515
18 " "	1,4542	0,0636	— 0.0164	1,1300	0,0800
19 " "	1,4000	0,0542	— 0,0256	1,0502	0,0798
20 " "	1,3876	0.0124	— 0,0368	1,0010	0,0492
21 " "	1,3543	0,0333	— 0,0329	0,9348	0,0662
22 " "	1,3010	0,0533		0,3569	
23 " "	1,2974	0,0036		0,9110	
24 " "	1,2910	0,0064		0,9500	
25 " "	1,2928			0,9500	
	Totale	7,2625		Totale	7,6187

ESPERIENZA 31.ª — Fiori rossi e bianchi di *Hyacinthus*.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 18 fiori rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori rossi	I fiori rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli bianchi	Peso giornaliero di 18 fiori bianchi	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori bianchi
14 Aprile 1903	10,3538			10,3538	
15 " "	6,9034	3,4504	+ 0,3404	7,2438	3,1100
16 " "	4,3021	2,6013	+ 0,4394	5,0819	2,1619
17 " "	2,4850	1,8171	+ 0,3852	3,6500	1,4319
18 " "	2,1820	0,3030	— 0,4792	2,8678	0,7822
19 " "	1,9945	0,1875	— 0,8266	1,8537	1,0141
20 " "	1,7569	0,2376	+ 0,1182	1,7343	0,1194
21 " "	1,6525	0,1044	— 0,0640	1,5659	0,1684
22 " "	1,4730	0,1795	+ 0,0036	1,3900	0,1759
23 " "	1,3450	0,1280	+ 0,0390	1 3010	0,0890
24 " "	1,3034	0,0416	+ 0,0282	1,2876	0,0134
25 " "	1,3000	0,0034	— 0,0342	1,2500	0,0376
26 " "	1,3030			1,2500	
27 " "				1,2510	
	Totale	9,0538		Totale	9,1038

ESPERIENZA 32.ª — Brattee di *Salvia Horminum.*

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 110 brattee rosse	Perdita giornaliera d'acqua dalle brattee rosse	Le brattee rosse hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelle bianche	Peso giornaliero di 110 brattee bianche	Perdita giornaliera d'acqua dalle brattee bianche
3 Luglio 1902	1,4800			1,4800	
4 „ „	0,6249	0,8551	— 0,0402	0,5847	0,8953
5 „ „	0,4319	0,1930	+ 0,0007	0,3924	0,1923
6 „ „	0,3234	0,1085	+ 0,0150	0,2989	0,0935
7 „ „	0.2657	0,0577	+ 0,0182	0.2594	0,0395
8 „ „	0.2270	0,0387	+ 0,0219	0,2426	0,0168
9 „ „	0,2142	0,0128	+ 0,0052	0,2350	0,0076
10 „ „	0,2050	0,0092	— 0,0011	0,2247	0,0103
11 „ „	0,2152			0,2382	
12 „ „	0,2010	0,0040	+ 0,0040	0,2368	
13 „ „	0,2009	0,0001	+ 0,0001	0,2365	
	Totale	1,2791		Totale	1,2553

Se noi consideriamo la perdita di vapore acqueo nelle prime ventiquattro ore, troviamo che prevalgono i casi in cui i fiori colorati dall'antocianina trattengono più energicamente l'acqua in confronto di quelli non colorati dal pigmento.

Se si prende poi a considerare la perdita totale d'acqua effettuatasi nelle singole esperienze, si verifica che gli organi non antocianici contengono maggior copia d'acqua, poichè su 13 esperimenti si è trovato che ben 9 volte si ebbe una minor perdita d'acqua per parte degli organi antocianici.

Queste esperienze però devono avere soltanto un valore di medie che riesciranno tanto più attendibili, quanto più numerose saranno le prove eseguite sullo stesso organo.

Troppi fattori concorrono infatti a modificare l'esperienze e d'altra parte il confronto degli organi antocianici con quelli privi di pigmento appartenenti a varietà differenti, non può portare a conclusioni sicure pel fatto che interviene costantemente come causa perturbatrice, il coefficente dato dall'organismo stesso.

E). **Metodo dei dischi.**

Esperienze eseguite su organi appartenenti a varietà e specie differentemente colorate.

ESPERIENZA 33.ª (Tav. XV, fig. 11.) — Petali bianchi e rossi di *Tulipa*; 28 dischi per lotto. Dischi del diametro di 18 mill.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 28 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (–) quantità d'acqua in confronto dei bianchi	Peso giornaliero di 28 dischi bianchi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi bianchi
19 Aprile 1902	3,2570			3,4975	
20 " "	1,9549	1,3021	— 0,3115	1,8839	1,6136
21 " "	1,3847	0,5702	— 0,0137	1,3000	0,5839
22 " "	1,2783	0,1064	+ 0,0564	1,2500	0,0500
23 " "	1,2780	0,0003	+ 0,0003	1,2500	0,0000
	Totale	1,9790		Totale	2,2475

ESPERIENZA 34.ª — Varietà rossa e verde di *Corylus Avellana.* Dalle foglie delle due varietà si esportarono 48 dischi di 18 mill. di diametro. I dischi vennero sempre tolti da parti omologhe e possibilmente da foglie aventi raggiunto lo stesso stadio evolutivo.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 48 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (–) quantità d'acqua in confronto di quelli verdi	Peso giornaliero di 48 dischi verdi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi verdi
10 Aprile 1902	7,8800			7,9000	
11 " "	7,5760	0,3040	— 0.0037	7,5923	0,3077
12 " "	7,5700	0,0060	— 0,0033	7,5830	0,0093
13 " "	7,5690	0,0010	— 0,0004	7,5824	0,0006
	Totale	0,3110		Totale	0,3176

ESPERIENZA 35.ª — Foglie di *Corylus Avellana.* (Var. rossa e verde.)

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 30 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (–) quantità d'acqua in confronto di quelli verdi	Peso giornaliero di 30 dischi verdi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi verdi
21 Aprile 1902	1,0590			1,0590	
22 " "	0,4624	0,5966	+ 0,0501	0,5125	0,5465
23 " "	0,4013	0,0611	+ 0,0068	0,4582	0,0543
24 " "	0,3260	0,0753	— 0,0329	0,3500	0,1082
	0,2989	0,0271	— 0,0095	0,3134	0,0366
	Totale	0,7601		Totale	0,7456

Esperienza 36.ª — Foglie rosse e verdi di *Corylus Avellana.*

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 60 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli verdi	Peso giornaliero di 60 dischi verdi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi verdi
15 Aprile 1902	1,9960			1,9960	
16 " "	0,6663	1,3297	+ 0,0237	0,6900	1,3060
17 " "	0,6600	0,0063	+ 0,0021	0,6858	0,0042
18 " "	0,6510	0,0090	+ 0,0012	0,6780	0,0078
19 " "	0,6550			0,6780	
20 " "	0,6500	0,0010		0,6780	
	Totale	1,3460		Totale	1,3180

Il metodo dei dischi ha permesso di constatare che le Tulipe rosse perdono meno acqua in confronto di quelle bianche, ciò che è conforme alla regola. Viceversa applicato al *Corylus*, tenderebbe a dimostrare che le foglie verdi perdono minor copia di acqua in confronto di quelle rosse poichè in tre esperienze fatte, abbiamo avuto solo un caso di risultato opposto ed inoltre ad analoghe conclusioni ci porterebbe l'esperienza N.° 5, pag. 14.

È duopo però aver presente che le varietà rosse e verdi di *Corylus Avellana* da noi studiate, erano notevolmente affini fra di loro tanto che col progredire della vegetazione, le differenze dovute alla diversità di colorazione, andarono del tutto scomparendo e le piante divennero per aspetto e portamento simili fra loro.

Data una tale condizione di cose sarebbe più opportuno riportare gli esperimenti eseguiti col *Corylus Avellana* nella categoria seguente:

F). Esperienze eseguite con tessuti diversamente colorati (antocianici e sforniti di questo pigmento), ma appartenenti allo stesso individuo ed allo stesso organo.

Per questo genere di ricerche si è dovuto impiegare, come ben si comprende, il Metodo dei dischi.

METODO DEI DISCHI.

Esperienza 37.ª

Acalypha macrophylla. Dalle foglie screziate di rosso e di verde di questa pianta si esportarono 100 dischi, 50 dei quali vennero tolti dalle

parti rosse e gli altri da quelle verdi corrispondenti ed omologhe Ogni disco aveva 18 mill. di diametro. L'esperimento venne eseguito all'oscuro.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero dei dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli verdi	Peso giornaliero dei dischi verdi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi verdi
8 Sett. 1902	2,0132			2,1661	
9 " "	0,8800	1,1632	— 1,0467	0,9562	1,2099
10 " "	0,6810	0,1990	+ 0,1183	0,8755	0,0807
11 " "	0,6745	0,0065	— 0,0030	0,8660	0,0095
12 " "	0,6727	0.0018	— 0,0098	0,8544	0,0116
13 " "	0,6441	0,0286	— 0,0088	0,8170	0,0374
14 " "	0,6588			0,8308	
	Totale	1,3991		Totale	1,3491

ESPERIENZA 38.ª

Dalle parti basali rosse delle foglie di *Amaranthus tricolor* si esportarono 100 dischi del diametro di 18 mill.: ed altrettanti vennero tolti, pure delle stesse dimensioni, dalle regioni verdi delle foglie.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero dei 100 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli verdi	Peso giornaliero dei 100 dischi verdi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi verdi
31 Agosto 1902	2,1215			1,8757	
1 Sett. "	0,7715	1,3500	+ 0,2104	0,7361	1,1396
2 " "	0,4368	0,3347	+ 0,1983	0,5997	0,1364
3 " "	0,4853	0,0015	— 0,0160	0,5822	0,0175
4 " "	0,3366		— 0,0029	0,5793	0,0029
5 " "	0,3100			0,5844	
	Totale	1,6862		Totale	1,2964

ESPERIENZA 39.ª

30 dischi rossi ed altrettanti bianchi estratti dai petali di *Camellia japonica* (Var. variegata di rosso e di bianco) furono messi nella stufa a circa 60° per 3 ore. I dischi avevano il diametro di 18 mill.

Peso iniziale dei dischi rossi . . .	gr.	10,8666
Peso dei dischi rossi secchi . . .	"	7,6550
Quantità di acqua perduta .	gr.	3,2116

Peso iniziale dei dischi bianchi . . gr. 10,0222
Peso dei dischi bianchi secchi . . „ 7,6464

Quantità di acqua perduta. . gr. 2,3758

I dischi rossi hanno adunque emesso gr. 0,8358 d'acqua di più di quelli bianchi.

ESPERIENZA 40.ª (V. Tav. XV, fig. 9.)

Camellia japonica a fiori variegati rossi e bianchi.

Dalla corolla di questa pianta ornamentale si esportarono, per ogni singolo lotto 30 dischi, ognuno dei quali aveva un diametro di 10 mill. Per aver risultati sicuri ed attendibili da ogni singolo petalo si esportò un egual numero di dischi bianchi e rossi.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 30 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai 30 dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli bianchi	Peso giornaliero di 30 dischi bianchi	Perdita giornaliera d'acqua da 30 dischi bianchi
26 Marzo 1902	7,7937			7,7557	
27 „ „	7,4600	0,3337	+ 0,0334	7,4554	0,3003
28 „ „	7,4385	0,0215	+ 0,0012	7,4351	0,0203
29 „ „	7,4312	0,0073	— 0,0019	7,4259	0,0092
	Totale	0,3625		Totale	0,3298

ESPERIENZA 41.ª

Foglie giovani di *Poligonum Sieboldi* rosse nel mezzo, verdi in corrispondenza dei bordi. Dalle parti rosse si esportarono 30 dischi ed altrettanti se ne prepararono da quelle verdi.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 30 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli verdi	Peso giornaliero di 30 dischi verdi	Perdita giornaliera d'acqua da 30 dischi verdi
9 Aprile 1902	7,8239			7,7654	
10 „ „	7,5185	0,3054	+ 0,0377	7,4977	0,2677
11 „ „	7,5150	0,0035	— 0,0003	7,4939	0,0038
	Totale	0,3089		Totale	0,2715

ESPERIENZA 42.ª

Petali di *Camellia japonica.* (Var. variegata.)

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 67 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto dei bianchi	Peso giornaliero di 67 dischi bianchi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi bianchi
11 Febbr. 1903	0,8554			0,8554	
12 „ „	0,1595	0,6959	— 0,0112	0,1483	0,7071
13 „ „	0,1045	0,0550	+ 0,0202	0,1135	0,0348
14 „ „	0,1023	0,0022	+ 0,0022	0,1139	
15 „ „	0,1017	0,0006	+ 0,0006	0,1139	
16 „ „	0,0967	0,0050	+ 0,0040	0,1125	0,0010
17 „ „	0,0963	0,0004	— 0,0029	0,1092	0,0033
18 „ „	0,0950	0,0013	— 0,0010	0,1069	0,0023
	0,0975			0,1070	
	Totale	0,7604		Totale	0,7485

ESPERIENZA 43.ª (V. Tav. XV, fig. 10.)

Lactuca sativa (Var. bruna d'inverno). Dalle foglie cosparse di macchie rosse si sono esportati 120 dischi del diametro di 18 mill.: 60 dischi erano rossi, 60 verdi.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero dei 60 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli verdi	Peso giornaliero dei 60 dischi verdi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi verdi
10 Aprile 1902	8,0562			8,0000	
11 „ „	7,5063	0,5499	+ 0,0352	7,4853	0,5147
12 „ „	7,5039	0,0024	— 0,0029	7,4800	0,0053
	Totale	0,5523		Totale	0,5200

ESPERIENZA 44.ª

Foglie di *Amaranthus tricolor*. Il lembo fogliare è rosso alla base, verde all'apice. Da entrambe le regioni si esportarono 50 dischi di 18 mill. di diametro. Per ottenere dei risultati attendibili, i dischi ven-

nero esportati dalla regione in cui aveva luogo il passaggio di una tinta nell'altra.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero dei 50 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto dei verdi	Peso giornaliero dei 50 dischi verdi	Perdita giornaliera d'acqua dai 50 dischi verdi
30 Agosto 1902	2,0700			1,9234	
31 " "	0,9134	1,1566	+ 0,0772	0,8440	1,0794
1 Sett. "	0,6410	0,2724	+ 0,0686	0,6402	0,2038
2 " "	0,6050	0,0360	+ 0,0116	0,6158	0,0244
3 " "	0,6035	0,0015	+ 0,0003	0,6146	0,0012
4 " "	0,6069			0,6195	
	Totale	1,4665		Totale	1,3088

ESPERIENZA 45.ª

Foglie di *Acalypha macrophylla.*

Quest'esperienza eseguita nell'inverno con foglie le quali non erano troppo in buone condizioni, ha dato una minor perdita d'acqua, per parte dei dischi rossi, poichè questi emisero 0.2284 gr. d'acqua, mentre i dischi verdi ne perdettero 0,2901.

Se noi riassumiamo ora i risultati, troviamo che gli organi antocianici appartenenti alle varietà colorate di una determinata specie perdono all'inizio dell'esperienza, un po' meno acqua in confronto di quelli bianchi. Infatti su 30 esperimenti eseguiti si è trovato solo 11 volte una maggior perdita per parte degli organi antocianici.

Se noi consideriamo la perdita totale di acqua negli individui antocianici e privi di pigmento di una determinata specie o di due specie affini troviamo pure che i primi tendono ad emettere minor copia di liquido, poichè su 17 esperimenti si è osservato solo 6 volte che gli organi rossi avevano perduto un eccesso di acqua in confronto di quelli bianchi.

Ben differentemente è il risultato se si prendono a studiare comparativamente fra loro le regioni antocianiche e quelle prive di pigmento di uno stesso organo. In questo caso appare manifesto che le regioni rosse dell'organo sono molto più ricche di acqua di quelle prive di pigmento poichè ne perdono di più. Infatti su 9 esperienze si è verificato 8 volte una maggior emissione di acqua per parte delle re-

gioni antocianiche. Per quanto riguarda i risultati che si ottengono nelle prime 24 ore, si verifica pure che le parti antocianiche tendono a perdere maggior copia di acqua in confronto di quelle altrimenti colorate, ma il fenomeno è poco accentuato essendosi verificato soltanto 7 volte su 13 esperienze. I risultati appaiono ancor più manifesti però se si fa entrare nel computo, anche i dati che ci offrono le esperienze sulle foglie rosse e verdi di *Corylus*.

Vi ha pertanto nelle due serie di esperimenti fatti, un'apparente contraddizione, poichè mentre gli organi antocianici delle varietà colorate hanno meno acqua (in tesi generale), le regioni antocianiche di un determinato organo ne sono abbastanza fornite.

Come si possono spiegare risultati così contradditori? È probabile, a nostro parere, che quando si tratta di due varietà, l'una fornita di organi (fiori, foglie, ecc.) ricchi di antocianina, l'altra sfornita di pigmento, la prima non abbisogni di una grande provvista di acqua, relativamente alla seconda, poichè essendo gli organi impregnati di antocianina, contengono necessariamente delle sostanze dotate di un forte potere osmotico capaci cioè di impedire la traspirazione. Di qui il minor bisogno di aver molt'acqua nei tessuti. All'opposto trattandosi di regioni colorate dall'antocianina di un dato organo, si dovrà verificare il fenomeno opposto, poichè le sostanze osmotiche sopra ricordate, attirano e trattengono nelle cellule antocianiche l'acqua con maggior energia di quanto possa verificarsi nelle cellule vicine prive di pigmento. Di qui la maggior imbibizione delle prime.

Questo nostro modo di vedere viene convalidato dal reperto anatomico il quale ci rivela come il tessuto acquifero in un dato organo appaia frequentemente imbevuto di antocianina.

Il fenomeno in questione si mostra in particolar modo manifesto nei casi in cui si esperimenti sopra le foglie macchiate di antocianina e di verde di alcune piante ornamentali, mentre è talvolta poco evidente se si prendono a studiare le colorazioni settoriali dei fiori. Anzi in due esperienze eseguite con questi si sono avuti risultati diametralmente opposti. La discordanza nei risultati, ed in specie se questi si riferiscono ai fiori, può dipendere dal fatto che le colorazioni settoriali sono dovute all'azione di incroci (ibridismo) di varietà bianche colle rosse o viceversa; ora essendo da noi stato posto in evidenza che i fiori bianchi dispongono di maggior copia di acqua in confronto di quelli rossi, perchè traspirano di più, è possibile che anche nell'ibrido, le parti bianche del fiore, derivate dal progenitore più ricco d'acqua, conservino maggior copia di questa in confronto delle parti antocianiche.

La serie delle esperienze che abbiamo fatte è abbastanza lunga, ma noi non vogliamo trarre dalla stessa delle conclusioni assolute, ben comprendendo che troppi sono i fattori dei quali si deve tener conto per arrivare ad una conclusione rigorosa. I nostri risultati devono adunque aver il valore di medie che solo con ulteriori esperienze potranno condurre alla scoperta delle leggi che regolano la provvista dell'acqua in un dato organo in rapporto alla presenza dell'antocianina.

Faremo intanto osservare che alcune preliminari ricerche fatte sulla traspirazione, ci hanno anche dato dei risultati che non si allontanano da quelli ottenuti col metodo delle pesate di organi stati staccati dalle piante.

Due piantine di *Achyranthes* l'una verde, l'altra a foglie rosse, vennero poste sopra i piatti di una bilancia entro recipienti pieni di acqua, cui erasi aggiunto uno strato d'olio onde impedire l'evaporizzazione del liquido.

Le due piantine all'inizio dell'esperienza pesavano, i recipienti compresi, gr. 225.087 ed avevano ognuna 48 foglie.

Dopo 14 ore di dimora sulla bilancia, le piante rosse avevano perduto gr. 1.060 di acqua, quelle verdi 1.8390.

Si può quindi affermare che la pianta verde aveva traspirato di più della rossa, nella proporzione di gr. 0.779.

Finito l'esperimento si asportarono le foglie e se ne calcolò la loro superficie, disegnando i contorni delle stesse su un foglio di carta, e pesando di poi i disegni così ottenuti dopo di averli intagliati.

I disegni delle foglie verdi pesavano 1.2730, quelli delle foglie rosse 1.2220. Ora una tale differenza non è sufficiente per spiegare il maggior potere di traspirazione che avevano manifestato le foglie verdi, per cui se ne deve dedurre che le parti rosse traspirarono meno delle verdi.

In un'altra esperienza eseguita pure con piante di *Achyranthes*, aventi però ognuna soltanto 4 foglie di eguali dimensioni, si è verificato che dopo 24 ore la piantina verde aveva perduto 1 decigrammo di acqua di più di quella rossa, malgrado che questa pesasse 1.2490 e la prima solo 0.7985.

Le eccezioni alla regola non mancano ed infatti avendo noi esperimentato con fiori bleu e bianchi di *Delphinium Consolida* abbiamo constatato che dopo 24 ore i fiori bleu avevano perduto quasi 1 mill. di acqua in più di quelli bianchi.

G). **Esperienze su foglie che allo stadio giovane sono rosse, più tardi diventano verdi.**

In questo genere di ricerche si è rivolta l'attenzione a quelle foglie le quali cambiano di colore col progredire dello sviluppo, prensentandosi rosse al momento in cui sortono dalla gemma, per diventare verdi un po' più tardi. L'esperimento venne condotto pesando un'egual quantità di foglie sia rosse che in incipiente inverdimento.

Esperienza 46.ª

N.° 52 foglie rosse e giovani di Rosa ed altrettante in via di inverdimento, vennero poste sui piatti della bilancia e lasciate lentamente evaporare. Ognuno dei due lotti di foglie pesava all'inizio dell'esperimento gr. 5.1300, ma dopo il primo giorno le foglie verdi avevano perduto una maggior quantità d'acqua, in confronto di quelle rosse, pari a gr. 0.3579, che raggiunse 0.4624 nel secondo giorno: gr. 0.3436 nel terzo; 0.1655 nel quarto ed infine 0.0500 il quinto giorno.

Da questo momento cominciarono a loro volta le rosse a perdere più acqua delle verdi nella proporzione di 0.0056 (6° giorno); 0.0430 (7° giorno); 0.0510 (8° giorno), ma non arrivarono con tutto ciò a perdere tant'acqua quanta ne emisero le foglie verdi.

Esperienza 47.ª (V. Tav. XV, fig. 2.)

Foglie in via di sviluppo di *Rosa*. Si prepararono 36 dischi (18 mill. di diametro) colle foglie rosse ed altrettanti vennero ricavati da quelle in via di inverdimento.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 36 dischi rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi rossi	I dischi rossi hanno perduto una maggiore (+) o minore (−) quantità d'acqua in confronto di quelli verdi	Peso giornaliero di 36 dischi verdi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi verdi
11 Aprile 1902	8,7079			8,7664	
12 " "	8,0455	0,6624	— 0,1278	7,9762	0,7902
13 " "	7,8700	0,1755	+ 0,0193	7,8200	0,1562
14 " "	7,7745	0,0955	+ 0,0484	7,7729	0,0471
15 " "	7,7733	0,0012	+ 0,0001	7,7718	0,0011
	Totale	0,9346		Totale	0,9946

Esperienza 48.a

Foglie antocianiche e verdi di *Paeonia officinalis*.

Peso iniziale dei due lotti di foglie gr. 30.2522. Dopo un giorno di esperimento il lotto delle foglie rosse pesava 0,5292 gr. di più del corrispondente lotto di foglie inverdite. Dopo due giorni gr. 0.9720: infine dopo tre giorni gr. 1.3560.

Da questi risultati appare manifesto che, in tesi generale, le foglie giovani e rosse di talune piante (*Rosa*, *Paeonia*, ecc.) contengono meno acqua di quelle in via di inverdimento e perciò l'evaporizzazione per parte di queste ultime deve essere comparativamente più grande sia al principio sia al fine dell'esperimento.

Noi non abbiamo potuto estendere le nostre ricerche ad altre piante ed ignoriamo in conseguenza, quale portata possano avere i nostri risultati. Però non possiamo fare a meno di rilevare che quanto venne da noi osservato, collima coi dati delle ricerche del Wiesner, dell'Ewart, del Keeble e di altri Autori, dai quali risulterebbe una minor intensità di traspirazione nel fogliame giovane ed antocianico delle piante tropicali in confronto di quello già inverdito. Il fenomeno appare particolarmente importante se si tien conto della circostanza che le foglie antocianiche più giovani di quelle in via di inverdimento, hanno anche una cuticola più sottile, la quale opporrebbe poca resistenza all'evaporizzazione e alla traspirazione.

Anche in questo gruppo di esperienze si notarono tuttavia alcuni risultati contradditori e in vero in un'altra prova eseguita con foglie di *Rosa* non si è verificata una maggior evaporizzazione per parte del fogliame verde. Però l'esperimento fatto con 40 dischi rossi ed altrettanti verdi aveva permesso di constatare che il lotto delle foglie rosse pesava all'inizio 2.4400, quello delle foglie verdi 2.3800, ciò che portava ad una notevole differenza di peso, per cui non può recar meraviglia se i dischi rossi hanno eliminato 1,0432 gr. d'acqua, mentre quelli verdi ne lasciarono sfuggire solo 1.0087. Data una tale condizione di cose, grammi 0.0375 d'acqua in più perduta dal fogliame antocianico non costituiscono un reale eccesso nella perdita d'acqua.

H). Le differenti radiazioni dello spettro e l'eliminazione del vapor acqueo per parte degli organi autocianici e privi di pigmento.

Le ricerche di Wiesner, di Comes e di altri autori sull'influenza che spiegano i colori vegetali e le differenti radiazioni dello spettro sul processo della traspirazione, avendo portato alla conclusione che le radiazioni della metà più rifrangibile dello spettro, contrariamente alle osservazioni di Deherain e di altri osservatori, sono quelle che maggiormente procurarono la traspirazione e che inoltre le parti colorate delle piante traspirano di più sotto l'influenza di quelle radiazioni che vengono più energicamente assorbite, ci hanno indotto a continuare le ricerche. Scopo principale al nostro lavoro si era quello di portare un nuovo contributo sull'argomento, parendoci che il metodo del Comes, per quanto attendibile nei suoi risultati, non possa sottrarsi all'obbiezione che oltremodo scarso era il materiale col quale l'autore condusse a termine gli esperimenti e troppo breve la durata di questi, avendo le nostre esperienze dimostrato che nel decorso di un esperimento, quando questo venga a lungo protratto, possono succedere delle singolari variazioni nell'intensità di eliminazione del vapor acqueo.

Nelle nostre ricerche ci siamo valsi degli schermi colorati, l'uno formato da una soluzione di bicromato di potassa, l' altro da una soluzione di ammoniuro di rame. Le parti delle piante sottoposte all'esperimento vennero pertanto poste in grandi cassette (tutte di uguali dimensioni) di legno, aventi però uno dei lati sostituito da una doppia parete di vetro.

Lo spazio compreso fra i due vetri veniva riempito coll'una o coll'altra delle due soluzioni sopra citate, le quali vennero da noi esaminate spettroscopicamente per assicurarci che quella di bicromato di potassa assorbisse totalmente le radiazioni delle metà più rifragibili dello spettro, le quali all'opposto dovevano attraversare la soluzione di ammoniuro di rame mentre venivano escluse le altre radiazioni.

Le due cassette vennero tenute in una camera del laboratorio esposta a nord, nella quale le condizioni di umidità, illuminazione, temperatura, ecc., non subirono rilevanti variazioni durante il corso delle esperienze. Del resto trattandosi di esperienze comparative un mutamento nelle condizioni fisiche dell' ambiente non avrebbe influito in modo rilevante sui risultati poichè avrebbe agito in ugual misura e contemporaneamente sul materiale contenuto nelle due cassette.

Ecco ora quali risultati si ottennero:

Esperienza 49.ª — 50 corolle rosse di *Salvia splendens* vennero collocate nella cassetta, fornita di schermo giallo ed altrettante in quella provvista dello schermo bleu.

Data dell'esperienza	SCHERMO GIALLO		Le corolle sottoposte allo schermo giallo hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelle tenute dietro lo schermo bleu	SCHERMO BLEU	
	Peso giornaliero di 50 corolle rosse	Perdita giornaliera d'acqua dalle corolle sottoposte allo schermo giallo		Peso giornaliero di 50 corolle rosse	Perdita giornaliera d'acqua dalle corolle sottoposte allo schermo bleu
15 Ott. 1902	3,6890			4,2615	
16 „ „	2,7248	0,9642	— 0,7230	2,57[illegible]3	1,6872
17 „ „	1,5536	1,1712	+ 0,0120	1,4151	1,1592
18 „ „	1,0200	0,5336	+ 0,0282	0,9097	0,5054
19 „ „	0,7055	0,3145	+ 0,0360	0,6312	0,2785
20 „ „	0,5460	0,1595	— 0,0460	0,4257	0,2055
21 „ „	0,4636	0,0824	+ 0,0551	0.3984	0,0273
22 „ „	0,4255	0,0381	+ 0,0243	0,3846	0,0138
23 „ „	0,4060	0,0195	+ 0,0131	0,3782	0,0064
24 „ „	0,3937	0,0123	+ 0,0096	0,3755	0,0027
25 „ „	0,3925	0,0012	— 0.0008	0,3735	0,0020
26 „ „	0,3867	0,0058	+ 0,0058	0,3735	0,0000
27 „ „	0,3882				
	Totale	3,3023		Totale	3,8880

Esperienza 50.ª — N.° 100 corolle di *Salvia splendens* vennero poste dietro lo schermo a luce gialla ed altrettanto dietro quello a luce bleu.

Data dell'esperienza	SCHERMO GIALLO		Le corolle poste dietro lo schermo giallo hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelle tenute dietro lo schermo bleu	SCHERMO BLEU	
	Peso giornaliero delle corolle poste dietro allo schermo giallo	Perdita giornaliera d'acqua delle corolle poste dietro allo schermo giallo		Peso giornaliero delle corolle tenute dietro lo schermo bleu	Perdita giornaliera d'acqua delle corolle tenute dietro lo schermo bleu
4 Ott. 1902	7,8009			7,7648	
6 „ „	2,3629	5,4380	— 0,1991	2,1277	5,6371
7 „ „	1,6136	0,7493	+ 0,0620	1,4404	0,6873
8 „ „	1,1852	0.4284	+ 0,0538	1,0658	0,3746
9 „ „	1,0376	0,1476	+ 0,0203	0,9385	0,1273
10 „ „	0,9189	0,1187	+ 0,0252	0,8450	0,0935
11 „ „	0,8675	0,0514	— 0,0036	0,7920	0,0530
12 „ „	0,8365	0,0310	+ 0,0113	0,7723	0,0197
13 „ „	0,8251	0,0114	+ 0,0087	0,7696	0,0027
14 „ „	0,8195	0,0056	+ 0,0040	0,7680	0,0016
15 „ „	0,8188	0,0007	+ 0,0007	0,7680	0,0000
16 „ „	0,8388		— 0,0020	0,7860	0,0020
	Totale	6,9821		Totale	6,9988

Esperienza 51.ª (Tav. XV, fig. 7.) — 50 calici di *Salvia splendens* vennero sottoposti alla radiazione gialla ed altrettanti a quella bleu.

Data dell'esperienza	SCHERMO GIALLO — Peso giornaliero di 50 calici rossi esposti alla luce gialla	SCHERMO GIALLO — Perdita giornaliera d'acqua dai calici assoggettati alla luce gialla	I calici esposti alla luce gialla hanno perduto una maggiore (+) o minore (−) quantità d'acqua in confronto di quelli esposti alla radiazione bleu	SCHERMO BLEU — Peso giornaliero di 50 calici rossi esposti alla luce bleu	SCHERMO BLEU — Perdita giornaliera d'acqua dai calici esposti alla radiazione bleu
26 Aprile 1902	2,7108			2,6730	
27 » »	1,8060	0,9048	− 0,1132	1,6550	1,0180
28 » »	1,3758	0,4302	+ 0,0059	1,2307	0,4243
29 » »	1.0805	0,2953	+ 0,0321	0,9675	0,2632
30 » »	0,8910	0,1895	+ 0,0339	0.8119	0,1556
1 Magg. 1902	0,7079	0,1831	+ 0,0271	0,6559	0,1560
2 » »	0,6485	0,0594	+ 0,0170	0,6135	0,0424
3 » »	0,6020	0,0465	+ 0,0132	0,5802	0,0333
4 » »	0,5740	0,0280	+ 0,0045	6,5567	0,0235
5 » »	0,5565	0,0175	+ 0,0015	0,5407	0,0160
6 » »	0,5410	0,0155	− 0,0015	0,5237	0,0170
7 » »	0,5280	0,0130	− 0,0042	0,5065	0,0172
8 » »	0,5245	0,0035	+ 0,0014	0,5041	0,0021
9 » »	0,5240	0,0005	− 0,0014	0,5025	0,0019
	Totale	2,1868		Totale	2,1705

Esperienza 52.ª — N.º 50 corolle bleu di *Salvia Ianthina* vennero collocate dietro lo schermo a luce gialla ed altrettante dietro lo schermo a luce bleu.

Data dell'esperienza	SCHERMO GIALLO — Peso giornaliero delle corolle poste dietro lo schermo giallo	SCHERMO GIALLO — Perdita giornaliera d'acqua delle corolle poste dietro lo schermo giallo	Le corolle poste dietro lo schermo giallo hanno perduto una maggiore (+) o minore (−) quantità d'acqua in confronto di quelle tenute dietro uno schermo bleu	SCHERMO BLEU — Peso giornaliero delle corolle tenute dietro lo schermo bleu	SCHERMO BLEU — Perdita giornaliera d'acqua delle corolle tenute dietro lo schermo bleu
15 Ott. 1902	1,2800			3,7810	
16 » »	1,9800	2,3000	+ 0,3390	1,8200	1,9610
17 » »	1,0595	0,9205	+ 0,0549	0,9514	0,8656
18 » »	0,7623	0,2972	+ 0,0528	0.7100	0,2444
19 » »	0,6203	0,1420	+ 0.0259	0,5939	0,1161
20 » »	0,5355	0,0848	+ 0,0059	0,5150	0,0789
21 » »	0.4773	0,0582	+ 0,0048	0,4616	0,0534
22 » »	0,4356	0,0417	+ 0,0069	0,4268	0,0348
23 » »	0,4115	0,0241	− 0,0024	0,4003	0,0265
24 » »	0,3938	0,0177	+ 0,0011	0,3837	0,0166
25 » »	0,3815	0,0123	+ 0,0027	0,3741	0,0096
26 » »	0,3752	0,0063	+ 0,0055	0,3688	0,0053
27 » »	0,3753		− 0,0008	0,3680	0,0008
	Totale	3,9048		Totale	3,4130

Esperienza 53.ª — 48 fiori rossi di *Vinca rosea* vennero sottoposti alla radiazione gialla e altrettanti alla radiazione bleu.

Data dell'esperienza	SCHERMO GIALLO		I fiori tenuti alla luce gialla hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli tenuti alla luce bleu	SCHERMO BLEU	
	Peso giornaliero dei fiori tenuti alla luce gialla	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori tenuti alla luce gialla		Peso giornaliero dei fiori tenuti alla luce bleu	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori tenuti alla luce bleu
17 Sett. 1902	5,8950			5,8132	
18 " "	3,4625	2,4325	— 0,1977	3,1830	2,6302
19 " "	2,0915	1,3710	+ 0,2984	2,1104	1,0726
20 " "	1,4745	0,6170	— 0,0649	1,4285	0,6819
21 " "	1,0962	0,3783	+ 0,0058	1,0560	0,3725
22 " "	0,8840	0,2122	+ 0,0312	0,8750	0,1810
23 " "	0,8065	0,0775	+ 0,0083	0,8058	0,0692
24 " "	0,7607	0,0458	+ 0,0114	0,7714	0,0344
25 " "	0,7561	0,0046	— 0,0011	0,7657	0,0057
26 " "	0,7570			0,7654	0,0003
	Totale	5,1389		Totale	5,0478

Esperienza 54.ª — 25 fiori bianchi di *Anthyrrhinum majus* vennero posti dietro uno schermo bleu ed altrettanti dietro uno schermo giallo.

Data dell'esperienza	SCHERMO GIALLO		I fiori posti dietro lo schermo giallo hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli tenuti dietro lo schermo bleu	SCHERMO BLEU	
	Peso giornaliero di 25 fiori bianchi	Perdita giornaliera d'acqua		Peso giornaliero di 25 fiori	Perdita giornaliera d'acqua
20 Luglio 1902	7,1800			6,9100	
21 " "	2,7823	4,3977	+ 0,7819	3,2942	3,6158
22 " "	1,9343	0,8480	+ 0,0059	2,4521	0,8421
23 " "	1,6520	0,2823	— 0,0969	2,0729	0,3792
24 " "	1,4625	0,1895	— 0,1654	1,7180	0,3549
25 " "	1,3610	0,1015	— 0,1267	1,4898	0,2282
26 " "	1,3171	0,0439	— 0,0760	1,3699	0,1199
27 " "	1,2975	0,0196	— 0,0346	1,3157	0,0542
28 " "	1,2521	0,0454	— 0,0168	1,2535	0,0622
29 " "	1,2290	0,0231	— 0,0224	1,2080	0,0455
30 " "	1,2232	0,0058	— 0,0127	1,1895	0,0185
31 " "	1,2110	0,0122	— 0,0143	1,1680	0,0265
1 Agosto "	1,2140			1,1630	
2 " "	1,2118				
	Totale	5,9690		Totale	5,7470

ESPERIENZA 55.ª — 25 fiori rossi di *Anthyrrhinum majus* vennero posti dietro uno schermo giallo ed altrettanti dietro uno schermo bleu.

Data dell'esperienza	SCHERMO GIALLO		I fiori posti dietro lo schermo giallo hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli tenuti dietro lo schermo bleu	SCHERMO BLEU	
	Peso giornaliero di 25 fiori rossi	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori sottoposti alla radiazione gialla		Peso giornaliero di 28 fiori rossi	Perdita giornaliera d'acqua sui fiori sottoposti alla radiazione bleu
20 Luglio 1902	7,1800			6,9100	
21 „ „	2,8024	4,3776	— 0,0263	2,5061	4,4039
22 „ „	1,9150	0,8874	+ 0,2653	1,8840	0,6221
23 „ „	1,6590	0,2560	+ 0,0637	1,6917	0,1923
24 „ „	1,5010	0,1580	+ 0,0293	1,5630	0,1287
25 „ „	1,4400	0,0610	+ 0,0031	1,5051	0,0579
26 „ „	1,4129	0,0271	— 0,0050	1,4730	0,0321
27 „ „	1,4062	0,0067	— 0,0113	1,4550	0,0180
28 „ „	1,3675	0,0387	— 0,0099	1,4262	0,0288
29 „ „	1,3405	0,0270	— 0,0163	1,3829	0,0433
30 „ „	1,3379	0,0026	— 0,02 8	1.8595	0,0234
31 „ „	1,3249	0,0130	— 0,0170	1,3285	0,0310
1 Agosto „	1,3290			1,3230	0,0055
2 „ „	1,3420			1,3295	
	Totale	5.8541		Totale	5,5870

ESPERIENZA 56.ª (V. Tav. XV, fig. 6.) — N.º 50 calici bianchi di *Salvia splendens* (var. bianca) vennero tenuti dietro lo schermo a luce gialla ed altrettanti furono sottoposti alla radiazione bleu.

Data dell'esperienza	SCHERMO GIALLO		I calici posti dietro uno schermo giallo hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli tenuti dietro lo schermo bleu	SCHERMO BLEU	
	Peso giornaliero di 50 calici bianchi	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori tenuti alla radiazione gialla		Peso giornaliero di 50 calici bianchi	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori tenuti alla radiazione bleu
26 Agosto 1902	3,4220			3,3255	
27 „ „	1,9650	1,4570	+ 0,0305	1,8990	1,4265
28 „ „	1.4713	0,4937	+ 0,0047	1,4100	0,4890
29 „ „	1,2330	0,2383	— 0,0139	1,1578	0,2522
30 „ „	1,0914	0,1416	— 0,0082	1,0080	0,1498
31 „ „	0,8979	0,1935	— 0,0091	0,8054	0,2026
1 Sett. „	0,8230	0,0749	+ 0,0076	0,7381	0,0673
2 „ „	0,7697	0,0533	+ 0,0176	0,7024	0,0357
3 „ „	0,7295	0,0402	+ 0,0126	0,6748	0,0276
4 „ „	0,7075	0,0220	+ 0,0102	0,6630	0,0118
5 „ „	0,6749	0,0326	+ 0,0146	0,6450	0,0180
6 „ „	0,6475	0,0274	+ 0,0124	0,6300	0,0150
7 „ „	0,6465	0,0010	+ 0,0010	0,6303	
8 „ „	0,6432	0,0033	+ 0,0018	0,6285	0,0015
	Totale	2,7788		Totale	2,6970

Esperienza 57.ª (V. Tav. XV, fig. 8.) — Dalle foglie di *Euphorbia sanguinea* si staccarono 120 dischi del diametro di 18 mill., una metà dei quali venne posta dietro lo schermo giallo e l'altra dietro quello bleu.

Data dell'esperienza	Schermo giallo: Peso giornaliero di 60 dischi	Schermo giallo: Perdita giornaliera d'acqua dai dischi sottoposti alla radiazione gialla	I dischi sottoposti alla radiazione gialla hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli sottoposti alla radiazione bleu	Schermo bleu: Peso giornaliero di 60 dischi	Schermo bleu: Perdita giornaliera d'acqua dai dischi sottoposti alla radiazione bleu
27 Sett. 1902	1,8540			1,8380	
28 " "	0,9731	0,8809	— 0,0162	0,9409	0.8971
29 " "	0,6991	0,2740	+ 0,0001	0,6670	0,2739
30 " "	0,5940	0,1051	+ 0,0216	0,5835	0.0835
1 Ottobre "	0,5775	0,0165	+ 0,0076	0,5746	0,0089
2 " "	0,5751	0,0024	+ 0,0008	0,5730	0,0016
3 " "	0,5763			0,5738	
	Totale	1,2789		Totale	1,2650

Esperienza 58.ª (V. Tav. XV, fig. 5.)

50 dischi ottenuti colle foglie rosse di *Canna indica* vennero sottoposti alle radiazioni della metà meno rifrangibile dello spettro ed altrettanti a quelle della metà più rifrangibile. I dischi avevano 18 mill. di diametro.

Data dell'esperienza	Schermo giallo: Peso giornaliero di 50 dischi	Schermo giallo: Perdita giornaliera d'acqua dai dischi esposti alla luce gialla	I dischi sottoposti alla radiazione gialla hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli sottoposti alla radiazione bleu	Schermo bleu: Peso giornaliero di 50 dischi	Schermo bleu: Perdita giornaliera d'acqua dai dischi esposti alla luce bleu
10 Sett. 1902	3,2200			3,2800	
11 " "	1,6274	1,5926	— 0,0574	1,6300	1,6500
12 " "	0,7550	0,8724	— 0,0546	0,7030	0,9270
13 " "	0,3328	0,4222	+ 0,0457	0,3265	0,3765
14 " "	0,2300	0,1028	+ 0,0084	0,2321	0,0944
15 " "	0,2319			0,2327	
	Totale	2,9900		Totale	3,0479

ESPERIENZA 59.ª — 100 dischi ricavati da foglie rosse di *Achyranthes Verschaffeltii* vennero sottoposte alla radiazione gialla ed altrettanti a quella bleu. Il diametro dei dischi era di 18 mill.

Data dell'esperienza	SCHERMO GIALLO		I dischi sottoposti alla radiazione gialla hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli esposti alla radiazione bleu	SCHERMO BLEU	
	Peso giornaliero di 100 dischi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi esposti alla radiazione gialla		Peso giornaliero di 100 dischi	Perdita giornaliera d'acqua dai dischi esposti alla radiazione bleu
18 Sett. 1902	5,5210			5,5390	
19 „ „	2,3780	3,1430	+ 0,1151	2,5111	3,0279
20 „ „	1,3914	0,9866	— 0,0242	1,5003	1,0108
21 „ „	1,0052	0,3862	— 0,0593	1,0548	0,4455
22 „ „	0,8539	0,1513	— 0,0435	0,8600	0,1948
23 „ „	0,8220	0,0319	— 0,0056	0,8225	0,0375
24 „ „	0,8007	0,0213	+ 0,0023	0,8035	0,0190
25 „ „	0,7972	0,0035	— 0,0076	0,7924	0,0111
26 „ „	0,7937	0,0035	+ 0,0011	0,7900	0,0024
27 „ „	0,7916	0,0021	+ 0,0003	0,7882	0,0018
28 „ „	0,7913	0,0003	+ 0,0003	0,7900	
	Totale	4,7297		Totale	4,7508

Verso il 21 settembre i dischi cominciarono a perdere il color rosso ed assumere una tinta verde. Il cambiamento di colore cominciò alla periferia, per raggiungere in pochi giorni il centro dei dischi. Ciò deporrebbe nel senso che l'inverdimento è dovuto a processi di ossidazione, anzichè ad un semplice fenomeno di alcalinizzazione come vorrebbe qualche autore (V. Cap.: sull'influenza delle alte temperature sopra l'antocianina).

Questi risultati confermano ed estendono quelli ottenuti dal Comes nelle sue ricerche.

Appare manifesto infatti, da tutti quanti gli esperimenti eseguiti, ad eccezione di quello riferentesi ai dischi di *Achyranthes*, che gli organi rossi traspirano ed evaporano poco energicamente *all'inizio dell'esperienza*, quando vengono posti al di dietro di uno schermo che si lasci attraversare solamente dalle radiazioni della metà meno rifrangibili dello spettro; mentre ciò non succede più se si collocano gli stessi organi al di dietro di uno schermo bleu. All'opposto, gli organi forniti di antocianina bleu traspirano ed evaporano di più sotto l'azione degli schermi

che lascino soltanto passare le radiazioni della metà meno rifrangibile dello spettro anzichè al di dietro degli schermi bleu.

Se si considera soltanto l'emissione totale di acqua, il fenomeno non è più tanto manifesto, ma ciò non di meño anche in questo caso si può affermare che gli organi rossi (*Salvia*, *Canna*, *Achyranthes*, ecc.) emettono molt'acqua sotto l'azione delle radiazioni emanate dalla metà più rifrangibile dello spettro, mentre all'opposto gli organi bleu (*Salvia ianthina*, ecc.) cedono più acqua sotto l'influenza delle radiazioni meno rifrangibili.

L'*Euphorbia sanguinea*, l'*Anthyrrhinum*, la *Salvia splendens* (un caso) e la *Vinca rosea* hanno offerto delle eccezioni a questa ultima legge.

Per quanto concerne la prima, si può tuttavia osservare che le variazioni si sono mostrate ben poco accentuate: perciò che ha riguardo la *Vinca* è lecito affermare che il colore del fiore è indeciso e tendente anzi al violetto, ed infine per quanto riflette la *Salvia splendens* riesce manifesto che il risultato è solo apparentemente contradditorio poichè se si riduce il valore dell'acqua eliminata a 1000 gr. di sostanza secca si trova che l'evaporizzazione diventa maggiore sotto l'azione della luce bleu, come appare dal seguente specchietto (V. Esperienza N. 51):

$0.5240 : 2.1868 :: 1000 : x \qquad x = 4096$ (Schermo a luce gialla)

$0.5025 : 2.1705 :: 1000 : x \qquad x = 4319$ (Schermo a luce bleu).

Anche molto importanti si sono dimostrati gli esperimenti eseguiti con organi bianchi, avendo questi emesso più acqua sotto l'influenza delle radiazioni della metà meno rifrangibile dello spettro.

Per comprendere il significato e la portata di tutte queste esperienze occorre considerare la questione dell'assorbimento delle radiazioni termico-luminose dal punto di vista fisico.

Lo spettro luminoso, come è noto, è ad un tempo uno spettro termico, nel quale le radiazioni calorifiche vanno tuttavia diminuendo di intensità a misura che ci portiamo verso la regione delle radiazioni più rifrangibili. Lo spettro termico, in altre parole si sovrappone solo parzialmente al luminoso poichè il massimo di intensità delle radiazioni termiche precede il massimo della radiazione luminosa anzichè coincidere collo stesso.

Data una tale condizione di cose, noi siamo in grado di spiegare il diverso comportamento degli organi differentemente colorati per quanto concerne l'emissione del vapore acqueo sotto l'azione delle diverse radiazioni.

Consideriamo innanzi tutto gli organi bianchi. Questi assorbono in modo uniforme e quali si presentano, tutte quante le radiazioni dello spettro, eliminandone però di poi in gran parte (d'onde il color bianco) senza che tuttavia abbia luogo un assorbimento maggiore per parte delle une o delle altre.

Coll'assorbimento delle radiazioni luminose ha pure luogo l'assorbimento delle radiazioni termiche e siccome queste sono più attive in corrispondenza della metà meno rifrangente dello spettro, così ne avverrà che sotto l'azione della luce gialla, gli organi bianchi elimineranno maggior copia di acqua in confronto di quanto si verifica sotto l'influenza delle radiazioni più rifrangibili dello spettro (schermi bleu).

Ben altrimenti vanno le cose se si considerano gli organi rossi. Questi assorbono energicamente le radiazioni bleu, e sono invece in gran parte permeabili a quelle rosse le quali, come è noto, sono anche le più calorifiche della regione luminosa dello spettro. In conseguenza sotto l'influenza esclusiva di queste (schermi rossi o gialli), la quantità di acqua che viene eliminata sarà molto scarsa, non venendo le radiazioni trattenute, mentre sotto l'influenza delle radiazioni più rifrangibili, molto energicamente assorbite, avrà pure luogo un'energica emissione di vapor acqueo.

La grande diffusione dei fiori rossi specialmente nei luoghi soleggiati (V. Buscalioni e Traverso: l'*Evoluzione del fiore in rapporto colla evoluzione cromatica del perianzio*) troverebbe adunque il suo fondamento nelle condizioni fisiche della radiazione e costituirebbe in pari tempo un meraviglioso esempio di adattamento degli organi riproduttori al mezzo esterno, per cui riescirebbe a questi assicurata la loro provvista di acqua anche sotto l'influenza di una insolazione intensa.

Da ultimo dobbiamo considerare ancora gli organi bleu, i quali, traspirando energicamente sotto l'azione delle radiazioni giallo-rossastre, più attive dal punto di vista termico e più interamente assorbite dalla antocianina bleu, verrebbero a trovarsi in condizioni poco propizie nella lotta per l'esistenza.

Noi dobbiamo però aver presente che le antocianine bleu (per lo più son tali quelle dei fiori) si trovano nelle cellule allo stato dissociato e perciò anche in condizioni (dato il maggior numero di elementi o joni) di opporre una maggior resistenza all'evaporizzazione ed alla traspirazione riuscendo più elevato il loro potere osmotico.

Questi risultati ci hanno indotti a ricercare se i tessuti rossi contengano più acqua di quelli bleu. Le nostre esperienze cominciate tardi si riferiscono unicamente alla *Salvia Horminum*, di cui si esaminarono comparativamente le brattee rosse e quelle bleu.

Esperienza 60.ª — Brattee rosse e bleu di *Salvia Horminum*.

Data dell'esperienza	110 brattee rosse Peso giornaliero	Perdita giornaliera d'acqua dalle brattee rosse	Le brattee rosse hanno perduto una maggiore (+) o minore (−) quantità d'acqua in confronto di quelle bleu	110 brattee bleu Peso giornaliero	Perdita giornaliera d'acqua dalle brattee bleu
3 Giugn. 1902	1,4800			1,4800	
4 " "	0,6249	0,8551	+ 0,0337	0,6586	0,8214
5 " "	0,4319	0,1930	— 0,0145	0,4511	0,2075
6 " "	0,3234	0,1085	— 0,0070	0,3356	0,1155
7 " "	0,2657	0,0577	+ 0,0045	0,2824	0,0532
8 " "	0,2270	0,0387	+ 0,0105	0.2542	0,0282
9 " "	0,2142	0,0128	+ 0,0006	0,2420	0,0122
10 " "	0,2050	0,0092	— 0,0078	0,2250	0,0170
11 " "	0,2152			0,2389	
12 " "	0,2010	0,0040	+ 0,0040	0,2336	
13 " "	0,2009	0,0001	+ 0,0001	0,2330	
	Totale	1,2791		Totale	1,2550

Parrebbe adunque che — in tesi generale — a parità di condizioni i fiori bleu contengano meno acqua di quelli rossi.

I). L'azione degli anestetici e l'eliminazione del vapore acqueo.

Nelle nostre ricerche avendo più volte tentato l'azione degli anestetici sui vari organi in cui si stava studiando il decorso dell'evaporizzazione, abbiamo rilevato alcuni fenomeni i quali, sebbene non abbiano diretto nesso coll'argomento che stiamo trattando, meritano pur tuttavia di esser segnalati perchè possono contribuire ad illustrare il processo dell'eliminazione dell'acqua per parte delle piante.

Per questo genere di indagini noi abbiamo ricoperto le parti delle piante, di cui si voleva studiare l'energia di evaporizzazione, con una campana di vetro entro la quale eravi pure un recipiente contenente del cloroformio, mentre sotto un'altra campana analoga, posta nelle identiche condizioni di luce, temperatura, ecc., veniva collocato l'altro lotto degli stessi organi che dovendo servire di controllo non rimanevano sottoposti all'azione dei vapori anestetici.

I risultati ottenuti da questi esperimenti sono consegnati nelle presenti tabelle:

Esperienza 61.ª — Fiori bleu di *Salvia Ianthina.*

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 100 fiori bleu sottoposti all'azione dei vapori di cloroformio	Perdita giornaliera d'acqua dei fiori sottoposti all'azione del cloroformio	I fiori esposti ai vapori di cloroformio hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli non soggetti all'anestetico	Peso giornaliero di 100 fiori bleu non sottoposti ai vapori di cloroformio	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori non cloroformizzati
16 Ott. 1962	3,5747			3,7373	
17 „ „	2,2820	1,2927	— 0,2966	2,1480	1,5893
18 „ „	0,8500	1,4320	+ 0,3912	1,1072	1,0408
19 „ „	0,3500	0,5000	+ 0,0446	0,65 8	0,4554
20 „ „	0,3440	0,0060	— 0,1618	0,4840	0,1678
21 „ „	0,3440	0,0000	— 0,0855	0,3985	0,0855
22 „ „	0,3425	0,0015	— 0,0370	0,3600	0,0385
23 „ „	0,3405	0,0020	- 0,0211	0,3369	0,0231
24 „ „	0,3403	0,0002	— 0,0078	0,3289	0,0080
25 „ „	0,3405			0,3277	0,0012
26 „ „	0,3393	0,0010	+ 0,0010	0,3285	
27 „ „	0,3409				
	Totale	3,2354		Totale	3,4096

Il giorno 20 ottobre i fiori esposti ai vapori di cloroformio si presentavano assai più raggrinzati di quelli lasciati all'aria atmosferica, ed erano divenuti oltremodo pallidi.

Esperienza 62.ª — Fiori rossi di *Salvia splendens.*

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 100 fiori esposti ai vapori del cloroformio	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori cloroformizzati	Sotto l'azione del cloroformio i fiori hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli non anestetizzati	Peso giornaliero di 100 fiori non sottoposti ai vapori di cloroformio	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori non cloroformizzati
16 Ottob. 1902	4,4612			4,3814	
17 „ „	8,0433	1,4179	— 0,0298	2,9337	1,4477
18 „ „	1,4834	1,5599	+ 0,3069	1,6807	1,2530
19 „ „	0,6300	0,8534	+ 0,1252	0,9525	0 7282
20 „ „	0,4523	0,1797	— 0,1966	0,5782	0,3743
21 „ „	0,3992	0,0531	— 0,0809	0,4442	0,1340
22 „ „	0,3940	0,0052	— 0,0569	0,3821	0,0621
23 „ „	0,3915	0,0025	— 0,0261	0,3535	0,0286
24 „ „	0,3891	0,0024	— 0,0122	0,3389	0,0146
25 „ „	0,3901			0,3329	0,0060
26 „ „	0,3880	0,0011	— 0,0003	0,3315	0,0014
27 „ „	0,3905			0,3310	0,0005
	Totale	4,0732		Totale	4,0504

I fiori sottoposti al cloroformio impallidiscono rapidamente.

Esperienza 63.ª — Fiori rossi di *Primula*.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 21 fiori esposti ai vapori di cloroformio	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori cloroformizzati	I fiori cloroformizzati hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli non sottoposti ai vapori di cloroformio	Peso giornaliero di 21 fiori non esposti ai vapori di cloroformio	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori non cloroformizzati
11 Febbr. 1902	3,7052			3,7052	
12 » »	2,6450	1,0602	+ 0,2580	2,9030	0,8022
13 » »	2,4300	0,2150	+ 0,1123	2,8003	0,1027
14 » »	2,2725	0,1575	+ 0,0422	2,6850	0,1153
15 » »	2,1413	0,1312	+ 0,0199	2,5737	0,1113
16 » »	1,9135	0,2278	+ 0,1285	2,4744	0,0993
17 » »	1,7530	0,1605	+ 0,0584	2,3723	0,1021
18 » »	1,5835	0,1695	+ 0,0552	2,2580	0,1143
19 » »	1,4351	0,1484	+ 0,0435	2,1531	0,1049
20 » »	1,3140	0,1211	+ 0,0022	1,0342	0,1189
21 » »	1,1730	0,1410	+ 0,0001	1,8933	0,1409
22 » »	0,9800	0,1930	+ 0,0247	1,7250	0,1683
23 » »	0,8045	0,1755	+ 0,0170	1,5665	0,1585
24 » »	0,6337	0,1708	+ 0,0289	1,4246	0,1419
25 » »	0,4908	0,1429	+ 0,0123	1,2940	0,1306
26 » »	0,3879	0.1029	— 0,0331	1.1580	0,1360
27 » »	0,3250	0,0629	— 0,0561	1,0390	0,1190
28 » »	0,3052	0,0198	— 0,0992	0,9200	0,1190
1 Marzo »	0,2943	0,0109	— 0,0777	0,8314	0,0886
2 » »	0,2682	0,0261	— 0,1122	0,6931	0,1383
3 » »	0,2735		— 0,0968	0,5963	0,0968
4 » »	0,2503	0,0179	— 0,0834	0,4950	0,1013
5 » »	0,2480	0,0023	— 0,1359	0,3568	0,1382
6 » »	0,2500		— 0,0739	0,2829	0,0739
	Totale	3,4572		Totale	3,4223

Dopo 8 ore dall'inizio dell'esperimento i fiori cloroformizzati diventarono bleu.

Esperienza 64.ª — Fiori bianchi di *Primula*.

Data dell'esperienza	Peso giornaliero di 22 fiori bianchi esposti ai vapori di cloroformio	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori esposti ai vapori di cloroformio	I fiori cloroformizzati hanno perduto una maggiore (+) o minore (—) quantità d'acqua in confronto di quelli non cloroformizzati	Peso giornaliero di 22 fiori non cloroformizzati	Perdita giornaliera d'acqua dai fiori non cloroformizzati
11 Febbr. 1902	3,7052			3,7052	
12 „ „	2,6300	1,0752	+ 0,2910	2,9210	0,7842
13 „ „	2,4372	0,1928	+ 0,0591	2,7873	0,1337
14 „ „	2,2765	0,1607	+ 0,0620	2,6650	0,1223
15 „ „	2,1100	0,1665	+ 0,0791	2,5605	0,1045
16 „ „	1,9042	0,2058	+ 0,0643	2,4338	0,1267
17 „ „	1,7600	0,1442	+ 0,0411	2,3539	0,0799
18 „ „	1,6150	0,1450	+ 0,0150	2,2500	0,1039
19 „ „	1,4 00	0,1250	— 0,0070	2,1400	0,1100
20 „ „	1,3605	0,1295	+ 0,0006	2,0035	0,1365
21 „ „	1,2015	0,1590	+ 0,0846	1,8451	0,1584
22 „ „	1,0305	0,1710	— 0,0985	1,7605	0,0846
23 „ „	0,8800	0,1505	— 0,0104	1,5115	0,2490
24 „ „	0,7235	0,1565	— 0,0136	1,3446	0,1669
25 „ „	0,5920	9,1315	— 0,0312	1,2005	0,1441
26 „ „	0,4852	0,1068	— 0,0272	1,0625	0,1380
27 „ „	0,3873	0,0979	— 0,0740	0,9374	0,1251
28 „ „	0,3283	0,0590	— 0,0639	0,8044	0,1330
1 Marzo „	0,3078	0,0205	— 0,1253	0,7200	0,0844
2 „ „	0,2931	0,0147	— 0,0951	0,5800	0,1490
3 „ „	0,2870	0,0061		0,4788	0,1012
4 „ „	0,2878		— 0,0908	0,3796	
5 „ „	0,2830	0,0040	— 0,0374	0,2840	0,1948
6 „ „	0,2920			0,2466	0,0374
	Totale	3,4222		Totale	3,4586

L'unica conclusione che possiamo trarre dalle poche esperienze fatte, si è che sotto l'azione del cloroformio l'acqua viene molto più rapidamente eliminata di quando avvenga in condizioni normali, per cui gli organi seccano più rapidamente.

In due casi noi abbiamo notato che nelle prime 24 ore, anzichè un eccesso di traspirazione e di evaporizzazione, si verificava un indebolimento nell'emissione di acqua per parte degli organi cloroformizzati in confronto di quelli tenuti nelle condizioni normali, ma ciò andava ascritto probabilmente a fenomeni di iniezione degli spazi intercellulari la quale certo deve aver luogo sotto l'influenza degli anestetici (V. Buscalioni e Pollacci: *Le pellicole di collodio*, ecc. lav. cit.).

Nelle nostre esperienze non abbiamo potuto rilevare che le differenti sorta di antocianine possano esercitare un'azione qualsiasi sulla

maggiore o minore accelerazione del processo di evaporizzazione, ma non è duopo far rilevare che per risolvere una così complicata questione occorrerebbe un gran numero di esperienze comparative.

Il fenomeno della più rapida eliminazione d'acqua per parte degli organi cloroformizzati ha una speciale importanza in quanto che dallo stesso risulta che l'emissione del vapor d'acqua è dovuta a processi fisiologici assai complessi anzichè costituire un semplice fenomeno fisico. Noi siamo arrivati a questa conclusione dall'esame di quanto avviene allorchè si lascia evaporare dell'acqua contenuta in un recipiente circondato da un'atmosfera di vapori di cloroformio.

L'esperienza venne condotta nel seguente modo: due recipienti di egual forma, peso e capacità vennero riempiti con 100 gr. di H^2O e quindi collocati sotto due campane di vetro identiche — ed in identiche condizioni di luce, temperatura, umidità, ecc., — l'una delle quali però ricopriva anche un recipiente contenente del cloroformio che poteva così liberamente diffondersi nello spazio circoscritto della campana.

Dopo 24 ore si procedette alla determinazione dell'acqua perduta per evaporizzazione dai 2 recipienti ed alla stessa verificazione si addivenne pure nei giorni successivi fino al fine dell'esperienza che durò circa una settimana.

I risultati delle pesate sono consegnati nella seguente tabella, in cui con *A* indichiamo il recipiente che venne a contatto col cloroformio, con *B* quello lasciato nelle condizioni normali.

18 Febbraio 1902. Il vaso *A* pesa gr. 0.260 di più del recipiente *B*, mentre all'inizio dell'esperimento avevano entrambi uguale peso.

19	„	Il	vaso	*A*	pesa	gr.	0. 100	di	più	del	vaso *B*.
20	„	„	„	„	„	„	0.5199	„	„	„	„ „
21	„	„	„	„	„	„	0.4500	„	„	„	„ „
22	„	„	„	„	„	„	0.4760	„	„	„	„ „

Appare pertanto evidente che il cloroformio tende a diminuire l'evaporizzazione dell'acqua e per di più si scioglie in parte nella stessa, per cui ne aumenta il peso.

È quindi lecito concludere che l'evaporizzazione dell'acqua si compie secondo principi alquanto differenti da quelli che regolano l'evaporizzazione di un tessuto vegetale, sia questo antocianico o no, sottoposto all'azione del cloroformio.

L'evaporizzazione *totale* è minore sotto l'azione del cloroformio, oppure l'esemplare cloroformizzato si comporta sotto questo punto di vista come quello tenuto in condizioni normali? [1] Le nostre esperienze non ci hanno forniti dei dati sufficenti per arrivare ad una conclusione.

Faremo ancora notare che i tessuti antocianici sottoposti all'azione del cloroformio si scolorivano rapidamente (V. Esperienza 62). Ora un tal fatto deporrebbe poco a favore dell'ipotesi che ritiene la scolorazione dell'antocianina essere dovuto unicamente ad un fenomeno di alcalinizzazione, in quanto che noi non abbiamo veduto manifestarsi il processo nei tessuti di controllo lasciati essiccare in condizioni normali.

Riassumendo ora tutte quante le osservazioni fatte si può conchiudere che le varietà antocianiche per lo più emettono minore copia di acqua in confronto di quelle altrimenti colorate.

La minor evaporizzazione è sensibile sia all'inizio che al fine dell'esperimento, ciò che ci porta a ritenere che i fiori colorati dall'antocianina hanno bisogno di una provvista d'acqua minore in confronto di quelli bianchi perchè possono più energicamente trattenerla nelle cellule.

L'esperimento conduce a risultati attendibili solo nel caso che venga esteso a molte piante e ripetuto parecchie volte sopra una stessa varietà, in quanto che troppi sono i fattori che possono condurre ad esiti incerti (umidità, stato di evoluzione del fiore, superficie e peso differente degli organi diversamente colorati, forma e struttura delle parti sottoposte all'esame ed altre cause).

Il fenomeno ha un interesse grandissimo perchè colla scorta del medesimo noi abbiamo potuto, nelle pagine precedenti, rilevare come i diversi colori dell'antocianina possano influire sulla maggiore o minore permeabilità di un dato organo rispetto alle radiazioni termico-luminose dello spettro, il che in ultima analisi significa che le differenti colorazioni antocianiche compiono un certo ufficio come regolatrici dell'evaporizzazione e della traspirazione.

Il Wiesner nelle sue classiche ricerche sulla traspirazione, ha dimostrato, contrariamente alle antiche osservazioni di Deherain, Riesler, Dawberry ed altri Autori, che le radiazioni della metà più rifrangibile dello spettro sono quelle che promuovono maggiormente la traspirazione delle foglie, venendo esse energicamente assorbite dalla clo-

[1] La forte evaporizzazione del cloroformio abbassando la temperatura potrebbe. forse, in ultima analisi, riuscire di ostacolo alla evaporizzazione dell'acqua contenuta nell'organo cloroformizzato.

rofilla e trasformate in calore anzichè utilizzate in energia fotosintetica. L'ipotesi fu combattuta dal Kolh tanto in base al fatto che le foglie poste in condizioni da non poter assimilare non traspirano più energicamente di quelle normalmente funzionanti, quanto in base ai risultati delle ricerche dell'Engelmann, dalle quali risulterebbe che l'energia della radiazione verrebbe totalmente impiegata nella formazione dei prodotti dell'assimilazione. Si può ancora aggiungere che la premessa del Wiesner, secondo la quale gli stomi delle foglie di Mais da lui sperimentate avrebbero gli stomi chiusi, è per nostra personale esperienza, erronea.

Malgrado le cause d'errore la teoria del Wiesner, sostenuta del resto anche dall'Henslow e dal Jumelle è quanto mai seducente, nè può, così alla leggera, venir oppugnata.

Il Wiesner intanto fa osservare a proposito della stessa che le foglie traspirano di più dei fiori, come ebbero ad osservare il Guettard ed il Senebier, perchè appunto sono fornite di clorofilla che trasforma talune radiazioni luminose in termiche sebbene anche ai fiori spetti, pure un debole potere traspiratorio dipendente appunto dalla colorazione (V. Wiesner, N.° 841, *Indice Bibl.).*

I risultati a cui siamo giunti cogli schermi colorati e le deduzioni d'indole fisica che ne abbiamo ricavate confermano ed illustrano le osservazioni del grande fisiologo di Vienna.

Non possiamo tuttavia dissimularci che il fenomeno dell'emissione di vapore acqueo per parte degli organi antocianici è oltremodo complesso per i molti fattori chimici che possono intervenire come regolatori, oltre a quello fisico testè accennato, ed a prescindere, ben inteso, dalla costituzione istologica. La pressione osmotica, ad esempio, è uno dei fattori di primissimo ordine e le nostre ricerche sotto questo punto di vista si sono trovate in grande accordo colle investigazioni di Rathay, state eseguite su foglie verdi ed antocianiche dalle quali risulta che le seconde traspirano meno benchè contengano pur sempre clorofilla. Esse sono pure in accordo con quelle di Dixon che nel suo opuscolo " Note on the rôle of osmosis in traspiration. Iris Akad. Dublin, 1896 „ ha saputo mettere in evidenza l'ufficio della pressione osmotica nell'esplicazione del fenomeno della traspirazione e collimano infine con quelle non meno importanti di Warming, Tschirch, Volkens e Fleischmann intese a mettere in evidenza l'influenza che spiegano certe sostanze contenute nelle cellule nel processo di eliminazione del vapor acqueo.[1]

[1] In molti funghi nei quali l'azione termogenica di taluni pigmenti non è paralizzata da un notevole poter osmotico dagli stessi contenuti cellulari la traspirazione è resa più attiva dalla luce, come risulta dalle osservazioni di Henslow Bonnier e Mangin sulla traspirazione dei funghi.

Inoltre i nostri studi servono probabilmente a chiarire il fenomeno della più intensa colorazione dei fiori alpini, più soggetti ad un'intensa traspirazione (Reinitzer) a riguardo dei quali lo Schröter afferma recisamente e secondo noi anche giustamente, che il pigmento vale ad ostacolare la traspirazione.

Se noi ora prendiamo a considerare le parti antocianiche e altrimenti colorate di uno stesso organo non possiamo far a meno di constatare che nelle regioni dove vi ha il pigmento in questione, vi ha anche maggior copia di acqua sebbene la traspirazione sia non molto attiva. Un tale risultato indicherebbe che l'antocianina spiega una certa influenza non soltanto come sostanza osmotica, ma sibbene ancora come un corpo adatto a eliminare certe radiazioni capaci di spiegare una energia più o meno grande sulla traspirazione. Per quanto apparentemente in contraddizione colle conclusioni sopra enunciate, il fenomeno vale pur tuttavia ad illustrare quale è la vera funzione del pigmento antocianico.

Dalle ricerche che abbiamo fatto per investigare se le parti giovani e rosse contengono più o meno acqua di quello in via di inverdimento è risultato che le prime contengono spesso minor copia di acqua in confronto delle stesse parti allorchè hanno raggiunto uno sviluppo più inoltrato e perduto il pigmento. Un tale fenomeno riesce chiarito qualora si consideri che le cellule giovani sono meno ricche di acqua di quelle più evolute, perchè fornite di un minor numero di vacuoli e perchè questi sono di calibro più piccolo. La presenza poi dell'antocianina, ostacolando la traspirazione, rende meno necessaria una raccolta d'acqua piuttosto abbondante.

Non si può passare per altro sotto silenzio, che la questione concernente la traspirazione delle foglie studiata in differenti periodi dell'evoluzione è molto complessa ed oscura, non essendo gli autori che si occuparono dell'argomento giunti a concordi conclusioni.

Risulterebbe infatti dalle osservazioni di Guettard, Fleischmann e Senebier che le foglie giovani traspirano meno di quelle adulte, ma i risultati furono contraddetti da Deherain, Krutitzky e Tschaplowitz, mentre poi l'Hohuel, il Müller, il Vesque ed il Sachs ebbero a notare che durante l'evoluzione fogliare la traspirazione va soggetta ad alternative di aumento e di diminuzione.

Di fronte all'incertezza che ancora regna intorno ad un tal argomento possono aver un certo valore le nostre osservazioni, sebbene le stesse non abbiano avuto di mira le ricerche sulla traspirazione p. d., ma semplicemente la determinazione della quantità di acqua emessa, ed in conseguenza immagazzinata, dalle parti giovani e rosse in confronto di quelle verdi ed evolute.

Infine a riguardo dell'influenza spiegata, dal cloroformio nel processo dell'emissione dell'acqua, noi abbiamo fatto semplicemente rilevare che le nostre ricerche concordano solo parzialmente con quelle di Dixon. Questi, come noi, rilevò una diminuzione nell'evaporizzazione dell'acqua allorchè il processo veniva influenzato dalla presenza del cloroformio, ma le conclusioni cui egli giunse non sono applicabili, senz'altro, alle piante, in quanto a noi fu dato di constatare che negli organi sottoposti all'azione del cloroformio abbia luogo una più rapida eliminazione dell'acqua, in confronto di quelli tenuti in condizioni normali. Solo in principio dell'esperienza si può rilevare, talora, un fenomeno inverso.

All'opposto i nostri studi in merito ad una tale questione, concordano con quelli di Woods, poichè quest'autore osservò pure che sotto l'influenza del cloroformio, le piantine di *Mnium* muoiono ed essiccano assai più rapidamente di quelle non anastetizzate.

È duopo però avvertire che le condizioni di esperimento sono differenti avendo noi avuto di mira unicamente la quantità d'acqua emessa, mentre il Woods studiò la traspirazione.

Oltremodo interessante si è presentato il decorso della curva di evaporizzazione in quasi tutte le nostre esperienze, inquantochè si è visto che all'inizio essa è molto ripida e poi va lentamente esaurendosi. Oltre a ciò se si confrontano i fiori colle foglie, si osserva che i primi, in ispecie se sono alquanto carnosi, impiegano molto maggior tempo delle seconde per essiccare, malgrado la più grande delicatezza della loro epidermide.

Si aggiunga ancora che nei nostri esperimenti si è pure notato il fatto già stato osservato dal Fleischer (*Snhützeinrichtugen d. Fflanzenblattern gegen Vertrochnung, Döbeln*, 1885) che, cioè, la curva di traspirazione e di evaporizzazione, anzi che procedere con una certa regolarità, si mostra interrotta in specie verso il fine dell'esperimento, da brusche oscillazioni. Il Fleischer attribuisce siffatte oscillazioni al passaggio della vita alla morte delle parti in osservazione, mentre all'opposto noi riteniamo, in base principalmente alle periodicità con cui esse compaiono, che siano l'espressione di peculiari processi chimici che avvengono nei tessuti sia durante la vita, sia dopo la morte delle cellule. Certo vi influiscono anche le condizioni esterne (luce, igrometricità, temperatura, ecc.) ma le oscillazioni dovute a queste cause sono sincrone nei due lotti di organi che si esperimentano per confronto, mentre le altre sono discordanti nei due lotti come si può rilevare dalle cifre riportate dalla colonna di mezzo delle nostre tabelle (colonna 3ª) che segnano appunto le differenze di emissione d'acqua, in più o in meno, che avvengono di 24 ore in 24 ore, nelle parti antocianiche rispetto a quelle altrimenti colorate.

È stato accertato che verso il fine dell'esperimento v'hanno assai spesso degli aumenti di peso anzichè della perdite, ciò che prova come i fiori e le foglie siano sensibilmente igroscopici e possano quindi con tutta facilità assorbire l'umidità atmosferica.

In conclusione dalle molte osservazioni fatte risulterebbe che l'antocianina serve come altre sostanze a regolare il movimento dell'acqua nelle parti in cui essa è presente, e, contrariamente alle vedute dello Stahl, anzichè favorire tenderebbe a rallentare la traspirazione.

Queste nostre ricerche illustrano anche la questione relativa alla funzione biologica del fiore, risultando dalle stesse che il pigmento non va considerato soltanto come un mezzo di richiamo dei pronubi, ma bensì anche come una sostanza posta al servizio di uno dei principali fattori bio-fisiologici quali è la traspirazione. [1]

CAPITOLO XIV.

L'antocianina ed i processi di ossidazione. [2]

Nella cellula vegetale, oltre ai fenomeni di riduzione, si compiono, pure, come si è detto nel Capitolo VII della Parte III, svariatissimi processi di ossidazione e noi non abbiamo mancato di rilevare nella II^a^ Parte del presente lavoro come gli studi del Reinke e di altri autori abbiano appunto portato un notevole contributo alla conoscenza delle

[1] I nostri studi si riferiscono quasi esclusivamente ai fiori ed alle foglie, ma noi abbiamo anche incidentalmente rivolta la nostra attenzione alla colorazione dei frutti e dai pochissimi esperimenti fatti con i pomi parzialmente colorati in rosso abbiamo potuto rilevare col Sorauer che le parti colorate dall'antocianina traspirano meno di quelle verdi.

[2] Su questo argomento si consultino le seguenti opere, oltre a quelle citate nell'indice bibliografico:

Amm. Jahrb. f. Wissensch. Bot. 1893, Bd. 25. — Bach, *C. R.*, 124. — Bastit, *Rev. Gen. Bot.* 1891. — Baumann Z., *Kenntniss d. active Sauerstoff*, in *Zeitschr. f. Phys. Chem.* Bd. 5, 244 e *Berichte d. deutsch. Chem. Gesellsch.* 1882, Bd. 25, pag. 675. — Berard, *Ann. Chem.*, Paris, 1871. — Bertrand, *La Laque et la laccase* in *Arch. phys.* 1896. — Id., *C. R.* 1895, Bd. 120. — Bohm, *Bot. Zeit.* 1887. — Id., *Verh. d. Zool. Bot. Gesellsch.* Wien. — Borodin, *Bot. Jahresber.* 1876. — Bourquelot, *Remarques sur les matières oxidantes et Journ. d. Pharm. et d. Chem.* 1897, Ser. 6. — Id., *C. R.* 1876. — Chodat, *R.* Bach. *H.* 1902. *Ueber Perossidbildung in d. lebenden Zellen Ber. d. deutschr. bot. Gesellsch.* Jahrg 35 H. 7, pag. 2466. — Deherain et Landaeu,

ossidazioni che danno luogo alla formazione dell'antocianina, in seguito a trasformazioni chimiche cui vanno incontro i composti tannici e di altra natura.

Dalle cognizioni che noi possediamo attualmente sull'intima essenza del fenomeno è lecito affermare tuttavia che il medesimo è stato sufficientemente studiato dal punto di vista chimico, molto poco invece da quello dell'esperimento fisiologico, di guisa che oltremodo frammentarie sono le nozioni che concernono la più o meno attiva compartecipazione dell'ossigeno dell'atmosfera attiva, sia direttamente od avvenga essa indirettamente, nella ossidazione di quelle sostanze che danno luogo ai pigmenti sopra enunciati.

Noi abbiamo già tentato di affrontare questo lato della questione nel capitolo riflettente l'assimilazione, ma tuttavia crediamo ora prezzo dell'opera estendere le osservazioni studiando più da vicino i rapporti che corrono fra la comparsa dell'antocianina da una parte e la mancanza dell'ossigeno atmosferico dall'altra ed investigando inoltre se l'antocianina, presente in un tessuto, non abbia a subire modificazioni di sorta quando venga sottratta all'azione dell'ossigeno. Queste ricerche hanno lo scopo di completare quelle che vennero eseguite per stabilire i rapporti tra l'antocianina e l'assimilazione.

C. R. Tom 78. — De Luca, *Ann. Sc. Nat. Bot.* Ser. 6, Tom. VII. — Detmer, *Unters. ub. Pflanzenatmung. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.* 1890. — Id., *Landwirtsch. Jahresber.* 1882, Bd. II. — Dewitz, *Sur l'action des oxidases dans des metamorphoses d. Insectes Soc. d. Biol.* 1897. — Emm. Pozzi Escot, *Sur le commensalisace de certains ferments oxidants et reducteurs* in *C. R.* CXXXIV, 1902, pag. 1006. — Id., *Sur les ferments oxidants et reducteurs d. Pomme de Terre et C. R.* CXXXIV, pag. 1858. — Id., *Etat actuel de nos connaisances sur les oxidases et les reductases.* Paris, Dunod. 1902. — Enriquez e Pichart, *Les oxidations.* Paris, 1902 in *Ewart Linnean Soc.* 1896. — Godlewski, *Beitrage z. Kenntniss d. Pflanzentmung. Pringsheim Jahresberich. Bd.* XIII. — Gruss, *Landwirtsch. Jahrsbuch.* 1896. — Hoppe, Seylor *Med. Chem. Unters.* 1856. — Johansen, *Unters. a. d. Bot. Institut Tübingen* Kostle e Lowenhart *Zeitschr. f. anorg. Chem.* 1902. — Lechartier e Bellamy, *C. R.* 1869. — Maquenne, *Compt. Rend.* 1894. — Mayer et Wolkoff, *Landwirtsch.* Jahrb. 1874. — Moissan, *Ann. Sc. Nat.* Serie 4, Tom. VIII. — Nenki e Sieber, *Journ. f. Practische Chem.* 1882. — Palladin, *Rev. Gen Bot.* 1894. — Pfeffer, *Unters. d. Bot. Institut.* Tübingen. 1899. — Pringsheim, *Ueber d. Abhangigkeit d. Assimilation gruner Zellen ihrer Sauerstoffathmung. Sitzungsber. d. K. Akad. Wissensch.* Berlin, 1887. — Renike, *Die autoxidation au d. lebenden Pflanzenzellen* in *Bot. Zeit.* 1883. — Richard, *Annales of Botany.* 1876 Bd. 10. — Rollo *Ann. Chem.* 1798. — Sachroff, *Centralbl. f. Bacteriologie.* Vol. 24-26. — Saussure, *Recherches chimiques.* 1805. — Schmiedeberg, *Archiv. f. experimentelle Phathol. u. Pharmakologic.* XIV. — Stich, *Flora.* 1891. — Traube, *Theorie d. Fermentwirkung.* Berlin, 1858. — Wilson, *Flora.* 1882. — Wortmann, *Arbeiten d. Bot. Institut. z. Würzburg.* Bd. II.

Per risolvere il quesito noi abbiamo fatto germinare all'oscuro dei semi di *Polygonum Fagopyrum*, le cui piantine arrossano, come è noto, in poche ore quando vengano sottoposte all' azione della luce, mentre si mantengono bianche od eziolate all'oscuro.

Le piantine non si tosto avevano raggiunto la lunghezza di 3 a 4 centimetri venivano tolte dal germinatoio e portate sotto una campana nella quale si era fatto penetrare una certa quantità di CO_2, previamente stato liberato dalle impurità, dovute alla sua preparazione, per mezzo di ripetuti lavaggi nelle boccette di gorgogliamento piene d'acqua. In tali condizioni le piantine venivano a trovarsi in un'atmosfera povera di ossigeno, mentre un eguale numero di esemplari di controllo erano posti sotto un'altra campana, in cui però poteva circolare liberamente l'aria atmosferica.

In tutte quante le ricerche eseguite con questo metodo le piantine di controllo esposte alla luce non tardarono ad arrossare gli assi ipocotilei ed anzi se l'illuminazione era sufficientemente intensa già dopo 6 o 7 ore il fenomeno era evidente. All'opposto gli esemplari tenuti in atmosfere di CO_2 rimanevano bianchi e solo riuscivano a colorarsi con molta lentezza e pallidamente in rosso se venivano più tardi estratte dall'atmosfera povera di ossigeno. L'arrossamento però non avveniva più se la quantità di CO_2 stata impiegata era eccessiva, oppure si protraeva troppo a lungo la dimora delle piantine nell'atmosfora di questo gas, la cui azione anzi non tardava a diventar deleteria.

È singolare però che talora gli assi ipocotilei si necrotizzavano verso l'apice rimanendo viventi, per poco tempo ancora, verso la base. Ora la parte viva, una volta sottratta all'asfissia, riusciva parimenti a colorarsi in rosso pallido in breve spazio di tempo.

Come esperienza di controllo noi abbiamo pure immerso nell'acqua delle piantine di *Polygonum Fagopyrum* cresciute previamente all'oscuro. Le piantine portate alla luce continuavano a crescere, ma in tutte quante, la porzione degli assi ipocotilei rimasta sott'acqua tardò molto ad arrossarsi, od anche non presentò colorazione di sorta, mentre all'opposto l'estremità degli stessi e le foglie cotiledonari, circondate dall' aria atmosferica, assunsero in poche ore una bella colorazione rossa.

Dopo alcuni giorni di dimora nell'acqua le piante che si erano lentamente arrossate anche nella parte immersa, per il prolungato contatto col liquido, tornavano ad imbiancarsi, indizio che l'organismo era prossimo a morire. Intanto, come fenomeno abbastanza singolare si è notato che le regioni bianche o quelle che erano di nuovo divenute tali si coprivano di miceli i quali rispettavano le parti arrossate.

Il fenomeno dell'imbianchimento delle parti antocianiche tenute sott'acqua si verifica con abbastanza frequenza e noi l'abbiamo potuto constatare tenendo immerse nell'acqua delle foglie antocianiche di *Amaranthus*, di *Coleus*, di *Achyranthes*, di *Croton* e di *Musa*. La perdita della colorazione in tutti questi casi è probabilmente dovuta alle necrobiosi stessa dei tessuti tenuti in condizioni anormali od alla conseguente distruzione o diffusione del pigmento. L'intima essenza del fenomeno è però a noi ignota.

Oltre al *Polygonum Fagopyrum* anche il *Corylus Avellana* (var. rossa) e l'*Acalipha macrophylla* non hanno più sviluppato l'antocianina quando si obbligavano le foglioline giovanissime di queste piante a crescere sott'acqua.

Taluno potrebbe obbiettare che la mancata formazione del pigmento in questi casi sia un fenomeno dipendente dall'umidità, ma noi abbiamo già nella II^a parte del lavoro discusso la questione dimostrando che il medesimo è in relazione colla diminuita ossidazione. È vero però che nell'acqua la quantità di ossigeno disciolta è rilevante [1] come pure è noto che molte piante viventi sommerse fabbricano antocianina, ma noi faremo osservare in proposito che le piante terrestri hanno una struttura assai differente dalle aquatiche, per cui costrette a vegetare sommerse chiudono gli stomi e non permettono più l'ingresso dell'aria atmosferica nei loro parenchimi, ciò che non succede, malgrado la mancanza di stomi, nelle piante adatte alla vita acquatica.

Ancora migliori risultati si sono ottenuti ricorrendo al sistema di spalmare la superficie fogliare delle piante, che hanno fogliame antocianico, con certe sostanze capaci di otturare gli stomi e di impedire l'ingresso dell'aria atmosferica nei tessuti. Fra questa meritano di esser segnalate la vaselina proposta dal Blackmann [2] ed il burro di cacao commisto a cera [3] adottato dallo Stahl.

L'azione di queste sostanze, come mezzo atto ad impedire gli scambi gasosi tra le piante e l'aria atmosferica è tale che la formazione dell'amido viene ostacolata quasi del tutto, come ebbero a dimostrare lo Stahl ed il Blackmann. Noi possiamo aggiungere che se la spalmatura di dette sostanze viene fatta a dovere, i cloroplasti della foglia così trattati dopo qualche giorno assumono una colorazione pallida, indizio di notevoli alterazioni che hanno luogo nella compagine sulle cellule.

---

[1] Non è ancora bene stabilito se le piante acquatiche respirino più intensamente di quelle terrestri essendo giunti ad opposti risultati il Böhm e l'Amm che si occuparono di tale questione.

[2] Philosoph. Transact. R. Soc. of London. Vol. 186.

[3] La miscela è composta di tre parti di burro di cacao e di una parte di cera.

Nelle nostre esperienze quasi sempre abbiamo spalmato una sola metà della foglia all'uopo di avere nell'altra metà il campione di controllo e la spalmatura veniva effettuata d'ordinario tanto sulla faccia superiore che su quell'inferiore. Per lo più però si aveva cura di eseguire l'operazione in modo che la metà della foglia sottoposta all'esperimento non avesse a rimanere coperta da uno strato troppo compatto ed impermeabile di burro di cacao. Così operando, lo scambio dei gas poteva effettuarsi ancora in parte, il che permetteva alle foglie di continuare a vivere, sebbene di una vita stentata, come lo attestava il fatto stesso che la metà spalmata rimaneva più piccola dell'altra lasciata in condizioni normali allorchè l'operazione veniva eseguita su foglie giovani. In tal caso la spalmatura provocava col tempo un'incurvamento del lembo fogliare nel piano stesso della foglia (*Teobroma Cacao, Croton*, ecc.) la cui convessità era costantemente rivolta dal lato della metà fogliare lasciata intatta.

Fra le alterazioni più singolari dovute alla spalmatura va annoverata anche l'infiltrazione di acqua negli spazi intercellulari, il che dipendeva, in alcuni casi, probabilmente dall'impedita traspirazione, in altri da processi necrobiotici.

Come conseguenza dell'azione esercitata dal burro di cacao sulle foglie noi abbiamo ottenuto i seguenti risultati nelle differenti foglie antocianiche studiate e nei differenti stadi di sviluppo delle stesse:

a) Foglie giovani e rosse.

Rosa sp. Persiste la colorazione rossa più a lungo nella metà spalmata.

Punica granatum. L'inverdimento ha luogo più rapidamente dal lato della foglia lasciato intatto.

Citrus aurantiacus. La colorazione giovanile della foglia dura più a lungo, nella parte spalmata,

Theobroma Cacao. Persiste il color rosso a lungo nella parte spalmata;

Monodora. Ha luogo un più rapido inverdimento nella metà sottoposta all'operazione. Le foglie però non tardano a staccarsi dal ramo.

Corylus Avellana. Persiste più a lungo la colorazione rossa nella parte spalmata.

b) Foglie giovani e verdi le quali però più tardi arrossano.

L'esperimento venne eseguito sulle foglie di taluni *Croton* le quali, come è noto, cominciano ad arrossare solo dopo che hanno raggiunto

un certo grado di sviluppo. La metà spalmata, in generale, mostrò di soffrire assai per l'operazione, ma dopo un po' di tempo per lo più tornò a vegetare più o meno normalmente, rimanendo però verde per tutta la durata della sua esistenza. L'altra metà invece arrossò sempre nel modo normale e si incurvò fortemente per un esagerato accrescimento in confronto di quella sottoposta all'esperienza.

A quanto pare adunque la spalmatura eseguita nelle foglie giovani tenderebbe a mantenere lo stato in cui si trova la foglia al momento in cui viene sottoposta all'esperienza, vale a dire se questa è rossa dura più a lungo tale, se invece è verde ma sta per diventar rossa non acquista più tardi il pigmento. Un tale comportamento, che però non è costante ed un'eccezione infatti venne riscontrata nella *Monodora,* trova la sua spiegazione nella circostanza che il rivestimento di burro di cacao (od anche di vaselina) rallenta lo sviluppo delle foglie e ritarda gli scambi tra l'aria esterna e il tessuto ed altera infine, in alcuni casi, i processi di riduzione che hanno luogo nelle cellule.

c) Foglie adulte rosse.

Begonia. In molte specie le cui foglie sono rosse inferiormente la spalmatura provoca per lo più la morte del tessuto fogliare, preceduta però dalla scomparsa del pigmento antocianico e della clorofilla.

Acalypha macrophylla. Le foglie sono screziate di rosso, di verde e di bruno rossastro. Quest'ultima colorazione è dovuta alla sovrapposizione delle due tinte elementari, cioè il rosso ed il verde.

Il burro di cacao provoca quasi sempre una profonda alterazione nei cloroplasti, per cui scomparendo od attenuandosi il color verde si accentua, in compenso, la colorazione rossa della foglia. Se l'osservatore non tiene conto dell'azione che la spalmatura esercita sui cloroplasti potrebbe esser indotto a ritenere che la stessa faciliti la formazione del pigmento antocianico.

Amaranthus melanconium. Le esperienze eseguite su questa pianta hanno avuto per risultato di far diventar verdi, nello spazio di due o tre giorni, le foglie che sono normalmente rosse.

Corylus Avellana (var. rossa). In questa specie la spalmatura ha provocato del pari l'inverdimento.

Cyssus. Se si applica il burro di cacao sopra una metà della foglia e si eseguisce l'operazione nel mese di agosto, od anche prima, si può ottenere l'arrossamento della metà ricoperta assai tempo prima (in agosto) di quanto avvenga normalmente. Il fenomeno non è privo di

interesse perchè dalle osservazioni di Mer risulterebbe che mai è possibile far arrossare le foglie di questa pianta prima dell'epoca in cui ciò ha luogo normalmente, ed anzi questo Autore ritiene che la comparsa dell'arrossamento autunnale sia collegata coll'insorgere della tinta antocianica nei frutti, mentre dai nostri studi parrebbe che tale relazione non esista e neppure sia necessaria.

L'esame microscopico delle parti rosse dimostra che il pigmento si localizza dapprima nell'epidermide superiore per diffondersi di poi nel palizzata. Il pigmento però non è distribuito uniformemente in tutto il tessuto antocianico, ma a chiazze, per cui la foglia pare affetta da una delle tante forme delle così dette " Blattfleckenkrankeiten „. Solo dopo un certo tempo ha luogo una decisa confluenza delle aree rosse, la quale si inizia lungo le nervature ed i margini del lembo fogliare.

Nel parenchima lacunoso, invece del pigmento, trovasi abbondante tannino ed i cloroplasti si presentano di color sbiadito.

d) Fiori antocianici.

Noi abbiamo pure esperimentato l' azione del burro di cacao su taluni fiori colorati in rosso dell'antocianina, ma abbiamo ottenuto soltanto un imbianchimento della parte con contemporanea necrosi del tessuto *(Gladiolus)*.

I fatti esposti ci inducono a ritenere che le spalmature dei fillomi adulti provoca per lo più la scomparsa del pigmento antocianico, ad eccezione però dei *Cyssus* in cui si osserva invece una più precoce formazione di detta sostanza. Ma noi faremo osservare che una identica azione si verifica pure in talune foglie quando la spalmatura venga eseguita in modo da intralciare il funzionamento dei cloroplasti, come si è fatto coi *Cyssus*, senza tuttavia apportare un grave ostacolo a quelli scambi gasosi, da cui derivano le ossidazioni.

È vero però che in altri casi si ha apparentemente un più intenso arrossamento della parte spalmata di burro di cacao, ma il fenomeno non è, in realtà, dovuto a neoformazione di antocianina, ma bensì alla rapida scomparsa del pigmento clorofilliano, in conseguenza della quale il color rosso dell'antocianina riesce a spiccare con maggior intensità.

Come controllo a questa esperienza noi abbiamo pure cercato di investigare quali alterazioni avvengano nelle foglie adulte, sia verdi che antocianiche, allorchè le stesse vengano mantenute in atmosfere prive o per lo meno povere di ossigeno. A tale scopo poste le due sorta di piante (*Achyranthes* verdi e rossi) sotto una campana abbiamo fatto

arrivare alle stesse come si è praticato per le piantine di *Polygonum Fagopyrum*) una corrente di CO_2, previamente stata lavata in boccette di gorgogliamento procurando in pari tempo per mezzo di opportuna lavatura che non potesse penetrare aria normale nell'interno della campana. I fenomeni cui andarono incontro le piante sono quelli propri dell'asfissia, e ricordano del resto nelle loro manifestazioni esterne quanto il Vöchting, il Mac Donald ed altri autori osservarono nelle loro esperienze colle atmosfere prive di CO_2. A noi però interessa di rilevare che le piante a fogliame rosso si mostrarono leggermente più sensibili all'asfissia di quelle verdi: il cambiamento di tinta cominciava a manifestarsi nei punti dove si formavano delle goccie di liquido alla superficie del lembo, nei quali punti aveva anche luogo l'infiltrazione degli spazi intercellulari [1] analogamente a quanto venne da noi segnalato nelle nostre ricerche sull'influenza delle atmosfere prive di CO_2 (V. Cap. VIII, Parte III).

La decolorazione in questo caso era determinata da momenti ben diversi da quelli che producevano lo stesso effetto allorchè si spalmava (con sufficienti cautele) le foglie con burro di cacao, poichè per lo più era seguito dalla morte della parte, ciò che non avveniva, di ordinario, nei nostri esperimenti di spalmatura.

Dopo due giorni o più di dimora nell'atmosfera di CO_2; le foglie rosse erano completamente inverdite, ma nello stesso tempo anche morte. L'inverdimento permetteva intanto di rilevare che le foglie delle varietà rosse hanno una struttura più delicata di quella delle varietà verdi inquantochè esse apparivano più trasparenti di queste. Il che induce a credere che la presenza del pigmento va quasi sempre collegata a modificazioni di natura istologica e fors'anco anatomica.

Da ultimo abbiamo pure tentato di studiare l'azione dell'ossigeno sul pigmento. A tal uopo si collocarono delle foglie antocianiche entro una campana ermeticamente chiusa, la cui cavità era stata previamente saturata con ossigeno puro. Il recipiente così preparato veniva di poi collocato in una stuffa, e sottoposto ad una temperatura più o meno alta per favorire l'azione dell'ossigeno sul parenchima fogliare. Accanto all'apparecchio veniva pure posta un'altra campana contenente le stesse foglie, immerse però nell'atmosfera ordinaria. I pochi esperimenti eseguiti con questo metodo non ci hanno dato dei risultati interessanti (*Geranium*, *Cyssus*, *Iresine*, ecc.); tutt'al più si è notato nella *Canna* una

---

[1] Il Detmer (V. *Landwirtsch. Jahresber.*, 1882 Vol. II) afferma che l'iniezione degli spazi intercellulari rallenta il processo respiratorio, il che spiegherebbe i fenomeni da noi osservati.

leggera quanto temporanea accentuazione della colorazione rossa in quelle foglie che stavano immerse nell'ossigeno quasi puro.

Ora che noi abbiamo messo in chiaro come i fenomeni di ossidazione siano quelli che promuovono la formazione del pigmento antocianico possiamo affrontare alcuni problemi che si riferiscono alla fisiologia della foglia ed in particolar modo all'intimità del processo stesso che determina la comparsa del pigmento nelle foglie giovani ed invecchiate.

Innanzi tutto è lecito domandarci se il fenomeno dell'arrossamento sia un semplice processo di ossidazione atmosferica o se invece il medesimo richieda per la sua attuazione l'intervento di alcuni peculiari fattori.

A primo aspetto parrebbe che la risposta sia ovvia e che l'antocianina trovi nella presenza dell'aria atmosferica tutte quante le condizioni necessarie alla sua formazione. L'arrossamento dei bordi delle ferite ne sarebbe la prova più convincente, avendo lo Stick dimostrato che le ferite provocano, nei tessuti vegetali, un'esaltazione dei fenomeni respiratori (Flora 1891).

Dalle antiche ricerche del Traube, del Reinke, del Schonbein, e dagli studi più moderni e più rigorosi di Pfeffer, di Bertrand, di Bourquelot, di Chodat e di altri autori [1] è risultato però manifesto che nell'interno delle cellule vegetali agiscono dei corpi speciali, non per anco ben definiti nella loro essenza (ossidasi), i quali provocano la maggior parte delle ossidazioni che hanno luogo nell'interno del corpo protoplasmatico.

Come funzionino queste sostanze non è stato ancora chiarito in modo soddisfacente, ma è probabile tuttavia che le stesse abbiano la facoltà di attivare l'ossigeno presente nelle cellule rendendolo allo stato di ossigeno atomico che poi cederebbero ai corpi sui quali questo gas deve spiegare il suo potere ossidante. È pure probabile che tali corpi siano resi più attivi dall'influenza della luce e di alcuni composti che si trovano abbondantemente diffusi nel terreno o nelle piante (manganese, ferro, acidi, alcali, ecc.)

Le ossidasi che secondo il Chodat e il Back, il Lowenhart, il Kastle, l'Engler ed il Wohles funzionerebbero da perossidi, sarebbero ampiamente diffuse nelle piante e noi aggiungeremo che vennero riscontrate

[1] Recentemente anche il Vines, in un lavoro sui fermenti proteolitici (*Ann. of Botany*, Vol. XVII 1903) nel quale vengono confermati completamente i risultati che già erano stati ottenuti da uno di noi (V. Buscalioni e Fermi. Gli enzimi proteolitici e peptonizzanti. *Annuario del R. Istituto Bot.* di Roma, 1898) accenna alla frequente concomitanza degli enzimi ossidanti con quelli proteolitici il che ha una certa importanza se si considera la grande diffusione che hanno questi ultimi.

con particolare frequenza nelle frutta ed altri tessuti che arrossano in un dato periodo della loro evoluzione. [1]

Noi siamo quindi autorizzati ad ammettere che a questi corpi speciali sia devoluta la facoltà di provocare la comparsa del pigmento nelle cellule, poichè se il fenomeno potesse avvenire altrimenti, cioè per semplice ossidazione dovuta alla presenza dell'ossigeno molecolare od inerte l'arrossamento dovrebbe essere particolarmente frequente nelle cellule clorofilliane dove tale gas trovasi sempre presente a causa dei processi di assimilazione, che ivi hanno luogo. Ora noi abbiamo veduto che ciò, di regola, non avviene e d'altra parte il Pfeffer stesso nelle sue osservazioni sui processi di ossidazione esclude che l'ossigeno molecolare abbia il potere di ossidare, per se solo, molti dei composti prodotti dall'attività della cellula vegetale, ma richiede all'opposto per esplicare tale funzione l'intervento di altri corpi che sarebbero appunto, secondo i risultati a cui giunsero i moderni studi, le ossidasi.

Le sostanze che danno luogo alla formazione dell'antocianina sarebbero adunque per lo più dei corpi brachiossidabili, anzichè delle sostanze autossidabili e noi abbiamo di fatto nella IIª parte del presente lavoro tentato di dimostrare come la pigmentazione degli ovari negli ibridi non possa altrimenti spiegarsi che ammettendo, come sospetta pure il Correns, l'intervento in causa di speciali ossidasi.

Anche in questo senso parlerebbero le recenti osservazioni fatte da questo autore sui bastardi di *Mirabilis*.

Ma vi ha un altro dato che ci porterebbe pure alle stesse conclusioni. Analizzando le ricerche dell'Overton, dalle quali è risultato che la somministrazione di zuccheri alle piante provoca più facilmente la comparsa dell'antocianina si è potuto constatare come l'autore abbia avuto risultati negativi tutte le volte che tentò di promuovere la formazione del pigmento nei fiori bianchi, fornendo a questi dei materiali zuccherini. Ora, a nostro parere, se l'antocianina che deriva appunto da corpi aventi affinità cogli zuccheri od anco da questi ultimi, fosse un prodotto di autoossidazione avrebbe dovuto formarsi ugualmente bene nei fiori bianchi come si formava negli altri organi e tessuti esperimentati dall'Overton, anche pel fatto che nei fiori l'energia respiratoria è assai intensa.

---

[1] Il Chodat, il Bertrand, il Bourquelot, il Portier ed altri autori avrebbero segnalata la presenza, nei tessuti vegetali, non solo delle ossidasi, ma anche di altri corpi ossidanti indiretti i quali certamente devono spiegare un ufficio non indifferente nelle ossidazioni che hanno luogo nelle piante.

È d'uopo intanto notare che la chimica moderna ha scoperto alcuni corpi inorganici i quali godrebbero di tutte le principali proprietà delle ossidasi, e sarebbero quindi da considerarsi quali genuine diartasi e fermenti inorganici.

L' insuccesso nell' esperimento tende adunque a dimostrare come nei fiori bianchi (salvo forse qualche eccezione, come ad esempio, il *Cyclamen persicum*) manchino certi corpi, cioè le ossidasi, sotto la cui azione le antocianine si formano.

Non è quindi lo zucchero per se stesso che provoca la comparsa del pigmento, come vuole l'Overton, ma bensì altri corpi (ossidasi) e noi pertanto vediamo negli zuccheri unicamente uno dei materiali greggi che convenientemente elaborati dai fermenti sopra ricordati riescono trasformati, in ultima analisi, nell'antocianina.

Questo nostro modo di interpretare il fenomeno antocianico viene anche corroborato da alcune ricerche del Pfeffer dalle quali è stato posto in luce che non sempre i tannini vengono ossidati dall'acqua ossigenata quando non siano presenti certi corpi speciali che funzionano da ossidanti e che lo stesso fenomeno si verifica quando si introduce la cianina, corpo facilmente ossidabile, nell' interno dell'organismo. [1]

Le sostanze formatrici dell'antocianina pertanto si differenzierebbero da molti altri composti presenti nelle cellule perchè questi possano venir ossidati anche dal semplice contatto coll'ossigeno molecolare.

Un' altro argomento di non minore importanza che viene in appoggio al nostro asserto ce lo forniscono le condizioni stesse in cui l'antocianina da un lato e la clorofilla dell'altra si sviluppano o viceversa si disorganizzano nel parenchima fogliare.

In moltissime piante la comparsa della clorofilla è preceduta, come abbiamo veduto, dalla comparsa dell'antocianina la quale poi viene distrutta non sì tosto la clorofilla ha compiuta la sua evoluzione e diventa attivamente fotosintetica. Per converso l'antocianina compare di nuovo nelle foglie vecchie quando cioè il cloroplasto sta per disorganizzarsi, come pure si manifesta la dove quest'ultima manca, come avviene nelle foglie albicate.

Un tale rapporto diremo così antitetico esclude che l'antocianina possa formarsi unicamente per un processo di autoossidazione dovuto alla presenza pura e semplice dell'ossigeno atmosferico e ciò per le ragioni che abbiamo poco fa accampate. Noi non torneremo a ripetere qui quanto si è già detto in proposito nel Capitolo consacrato ai rapporti tra la assimilazione e la formazione dell'antocianina, nel quale si è messo in evidenza l'azione sfavorevole alla comparsa del pigmento che possono spiegare le sostanze riduttrici prodotte dall' attività del cloroplasta o che accompagnano la stessa, ma non possiamo tuttavia esimerci dal

[1] Vedansi, in proposito, le nostre osservazioni sulle piantine di *Polygonum Fagopyrum* al Cap. VIII, Parte II.

rilevare che il Pfeffer ha fatto notare nel suo classico lavoro sulle ossidazioni endocellulari che i processi ossidanti i quali certamente possono esplicarsi più o meno attivamente anche nelle cellule clorofilliane appaiono più manifesti quando le piante vengano tenute all'oscuro.

Ammettendo noi che il fenomeno fotosintetico della clorofilla non sia, in tesi generale, troppo favorevole allo sviluppo dei composti ossidati qual è l'antocianina portiamo nuovi contributi di osservazione alla teoria del Sorauer sulle ossidazioni che avvengano nelle cellule, la quale non è stata da tutti gli autori accettata.

Oltre a ciò però noi siamo anche in grado di spiegare perchè l'antocianina compaia di frequenti nelle piante alpine, oppure al manifestarsi dei primi geli, vale a dire in condizioni in cui, come è stato dimostrato dal Saposknikoff per esser ostacolato l'emigrazione degli idrati di carbonio viene pure ad essere intralciata l'attività dei cloroplasti, a prescindere ben inteso anche dall'influenza spiegata dal freddo sui corpi clorofilliani stessi. Un analogo concetto potrebbe servirci di guida per chiarirci come nelle piante esposte a temperature piuttosto elevate e ad una luce molto intensa, come è il caso appunto per i vegetali viventi sulle pietre e sui muri, a causa dell'intralciato funzionamento dei cloroplasti predominino pure i fenomeni d'ossidazione che danno luogo alla comparsa dell'antocianina.

Il fatto stesso poi che fornendo molto zucchero alle piante, come si pratica negli esperimenti di Overton, si ottiene la formazione dell'antocianina può spiegarsi nel senso che l'intralcio che si oppone in tal guisa alla funzione clorofilliana sia una condizione quanto mai adatta allo sviluppo del pigmento (V. in proposito le ricerche di Ewart indicate al Cap. VIII, Parte III).

Ai fermenti ossidanti, secondo il nostro concetto, sarebbe devoluto pertanto un compito di grandissima importanza nella vita delle piante, specialmente per ciò che riflette i processi di relazione tra queste e gli animali, poichè le antocianine trovano sede opportuna al loro sviluppo esuberante appunto negli organi di adescamento florale, quali sono i petali e i perianzi e noi faremo osservare a questo proposito che gli studi iniziati dal Dewitz sull'azione delle ossidasi nella metamorfosi degli insetti (V. Bibl.) porterebbero a ritenere che anche negli animali inferiori le colorazioni che sono attinenti alla vita di relazione ed in specie quelle che hanno uno scopo mimetico e di protezione siano dovute alla presenza di fermenti ossidanti presenti nel corpo dell'animale.

È duopo però confessare che noi non abbiamo potuto portare una prova diretta e sperimentale al nostro asserto, che forse si sarebbe potuto ottenere sottoponendo le parti bianche delle piante od anche i

tessuti verdi, all'azione dei fermenti ossidanti mentre in pari tempo venivano loro forniti delle sostanze che, come gli zuccheri, hanno il potere di formare l'antocianina.[1] Questi esperimenti che sarebbero stati di capitale importanza, ma solo nel caso che fossero riusciti ad un risultato positivo, facevano pure parte del programma delle nostre ricerche, ma siamo stati costretti a lasciarli da parte perchè attratti da altri studi. Noi pertanto crediamo utile segnalare il problema al lettore nella speranza che possa invogliare qualche studioso a rivolgere l'attenzione su un argomento che potrebbe condurre ad una soluzione esauriente della questione antocianica così bene iniziata dai lavori dell' Owerton.

CAPITOLO XV.

L'antocianina e l'umidità.

Le piante che vivono nei luoghi asciutti e soleggiati, come osservò Grace Smidt, sono ricche di antocianina, povere invece quelle che vegetano in siti ombreggiati ed umidi. Vi ha adunque una correlazione tra la mancanza del pigmento e l'umidità, a prescindere dall'influenza della radiazione? Ecco il problema che ci siamo proposti di studiare nel presente Capitolo.

Il metodo da noi impiegato per tale scopo è molto semplice, le foglie delle piante che normalmente sono fornite di antocianina venivano poste, attaccate al ramo, in un pallone di vetro assai ampio, nel quale si versava di poi una certa quantità d'acqua onde mantenere satura o pressochè satura l'atmosfera del recipiente. In un altro pallone di controllo, privo di acqua, si conficcava un altro ramo della stessa pianta, ma si procurava di impedire l'accumulo dell'acqua evaporata dalle foglie sia tenendo nel recipiente alcuni pezzi di potassa, sia lasciando liberamente circolare l'aria attraverso l'ampio collo del recipiente che nel pallone di prova veniva invece tappato con ovatta.

[1] Fra queste sostanze meritano di essere segnalate in particolar modo anche i tannini, ora dagli studi del T. Hunger (*Ueb. d. reducirende Körper d. Oxidase u. Peroxidasereactionen*, *Ber. d. deutsche bot. Gesellschaft* 1901) risulterebbe che gli stessi hanno tanto affinità per l'ossigeno da riuscire, col loro intervento, di ostacolo a che certe reazioni capaci di svelarci la esistenza delle ossidasi nei tessuti, abbiano a manifestarsi.

Le parti sottoposte all'esperimento rimanendo attaccate alla pianta continuavano a vegetare in condizioni pressochè normali anche per quanto concerne la luce, poichè gli esperimenti vennero sempre fatti all'aperto e sui rami più esposti all'insolazione.

Un primo esperimento venne eseguito con foglie di *Corylus Avellana*, var. rossa, le quali, come si sa sono rosse in primavera, verdi nell'estate. Le foglie rosse poste nel pallone privo di acqua continuarono a mantenersi tali per tutta la durata dell'esperimento, quelle invece che si trovavano immerse in un'atmosfera eccessivamente umida non tardarono a rinverdire, ma talora non subirono che lievi cambiamenti di tinta.

Lo stesso fenomeno si ebbe ad osservare colle foglie che accidentalmente vennero a contatto dell'acqua, ma in questo caso il cambiamento di tinta era in relazione coi processi di ossidazione a riguardo dei quali si è tenuto parola nel precedente Capitolo.

Risultati analoghi noi abbiamo ottenuto colle foglie di *Prunus Pissardi* e con quelle di talune specie di *Acalypha* screziate di rosso e di verde.

L'esame microscopico delle foglie di *Corylus Avellana* ha dimostrato che mentre nelle foglie normalmente rosse l'antocianina è raccolta nel mesofillo e nell'epidermide inferiore, in quelle state all'umido era soltanto più localizzata lungo la nervatura e nei punti accidentalmente infestati da vegetazioni fungine. Il pigmento poi si presentava quivi assai pallido. Anche i tannini avevano subito una notevole riduzione nelle foglie mantenute all'umido.

L'inverdimento che ha luogo nelle foglie di *Corylus* tenute all'umido va considerata come una alterazione stabile poichè non si è mai constatato il ritorno della colorazione antocianica allorchè le foglie venivano tolte dai palloni e lasciate vegetare di nuovo liberamente all'aria.

Incidentalmente ci fu dato pure di osservare uno spiccato inverdimento nelle foglie di *Tradescantia Zebrina*, screziata di verde, di bianco e di rosso. Si trattava di una piantina che per altri scopi avevamo coltivato in una boccetta di Erlenmayer contenente una certa quantità di acqua. La pianta stava parzialmente immersa nel liquido mentre la sua estremità si sviluppava liberamente all'aria. Il recipiente era chiuso con un tappo preparato nel mezzo per dar passaggio appunto alla parte apicale del fusto. Dopo parecchie settimane di dimora nel recipiente da uno dei nodi inferiori della piantina, sorse un germoglio, il quale costretto a svilupparsi totalmente nell'interno del recipiente, sotto l'influenza dell'eccessiva umidità produsse delle foglie normalmente costituite, ma non presentanti traccie di antocianina, mentre

quelle all'aria si mostravano, come di solito percorse da strie verdi, bianche e rosse, alternanti fra loro.

I risultati avuti da questa pianta non mancano certo di interesse, ma è duopo che noi facciamo osservare che l'esperienza ha solo un valore relativo non essendo stata condotta in modo rigoroso per la mancanza dell'esemplare di controllo.

In opposizione a questi risultati positivi, noi possiamo segnalarne non pochi in cui la prova ha completamente fallito, ma per non tediare il lettore con una lunga enumerazione, noteremo solo, fra le piante che tenute all'umido svilupparono ciò nondimeno antocianina, la *Centradenia floribunda*, la *Ruellia* ed i *Coleus*.

Questi ultimi però si prestano male all'esperimento inquantochè le piante o le parti da queste tenute all'umido perdono le foglie a causa dell'insorgere di speciali processi patologici che vennero messi in evidenza dalle ricerche di Wesner [1] e sui quali non è il caso qui di insistere.

È lecito quindi concludere che una maggior o minor umidità, per sè stessa, non spiega una grande influenza sullo sviluppo dell'antocianina o sul pigmento già presente nelle varie parti della pianta. Essa, è vero, può talora determinare l'inverdimento di foglie antocianiche (*Corylus*, *Acalypha*, ecc.), oppure, anco impedire la formazione del pigmento, ma questi fenomeni appaiono manifesti soltanto in quelle piante nelle quali l'antocianina si sviluppa in modo molto disordinato ed incostante, come appunto avviene nelle foglie di *Acalypha*, oppure tende normalmente a scomparire come è il caso per quelle di *Corylus*, Nelle altre piante, salvo alcune eccezioni (*Tradescantia*, per esempio), l'influenza dell'umidità è quasi nulla e le foglie perciò si sviluppano antocianiche e conservano di poi il pigmento anche quando vegetino per un tempo lunghissimo all'aria umida (*Centradenia*, *Ruellia*, ecc.).

Del resto già a priori si poteva ritenere che l'umidità, per sè sola, non può essere di grande ostacolo alla formazione del pigmento poichè molte piante acquatiche, le quali crescono per un certo tempo sommerse si presentano antocianiche anche sott'acqua, (*Nymphaea*). Però a questo proposito non si può disconoscere che il mezzo liquido non possa anche in questo caso spiegare una certa influenza quando agisca incessantemente nelle successive generazioni di una pianta ed infatti noi constatiamo che i fiori della maggior parte delle piante acquatiche sono bianchi. (V. Buscalioni e Traverso l. c.)

[1] Untersuchungen üb. herbstliche Entstehung d. Holzgewachsen. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wissenschaft Wien, T. LXIV, 1871.

I pochi dati che abbiamo dedotto dalle nostre esperienze non ci permettono avventurare una spiegazione intorno alle condizioni ed ai processi intimi che provocano la scomparsa del pigmento nelle foglie di *Corylus* ed altre piante sensibili all'umidità e quindi ci limitiamo ad enunciare i fatti lasciando ad altri la cura di analizzarli più da vicino.

CAPITOLO XVI.

L'antocianina e la radiazione luminosa.

Fra i fattori atti a provocare la comparsa dell'antocianina la luce è certamente quella che spiega maggior influenza, ma questa appare quanto mai complessa se teniamo conto dei risultati a cui è giunto il Batalin (V. Cap. VIII, Parte II) che soltanto si possono spiegare ammettendosi l'intervento in causa di speciali enzimi. Lo studio è quanto mai irto di difficoltà e l'esperienza fatta sia alla luce solare diretta, sia all'oscurità, sia coll'impiego di radiazioni monocromatiche, sia infine eliminando i raggi ultravioletti possono dare dei risultati attendibili soltanto quando vengono eseguite su vasta scala allo scopo di eliminare i coefficienti individuali.

Noi analizzeremo qui, dapprima l'influenza dell'oscurità, poi quella delle differenti radiazioni dello spettro.

a) Influenza dell'oscurità.

Per studiare l'influenza di questo fattore, sia sulle parti che sono già antocianiche o si presentano tali al momento stesso in cui vengono dalla pianta prodotte e sia infine sugli organi che acquistano una colorazione rossa soltanto dopo di aver raggiunto un certo sviluppo, si coltivarono all'oscuro e per la durata di un paio di mesi circa alcune piantine di *Canna*, di *Begonia*, di *Tradescantia discolor*, di *Cyclamen*, di *Gesneria*, di *Pelargonium*, di *Achyranthes*, di *Coleus*, di *Strobilanthes* di *Beta*, di *Rosa*, di *Paeonia*, di *Thea viridis* le quali hanno foglie colorate dall'antocianina.

Rosa e *Paeonia* (germogli). Le foglioline rosse tenute all'oscuro in pochi giorni perdono il pigmento. L'esame microscopico dimostra ancora la presenza del cromogeno, ma questo è completamente scolorato.

Sempervivum. Il colore rosso che si osserva all'estremità delle foglie carnose diventa oltremodo sbiadito ed anche scompare dalla faccia superiore del lembo, mentre si conserva alquanto di più colorato sulla faccia inferiore dello stesso.

Le foglie che nascono dopo che la pianta ha soggiornato a lungo all'oscuro mancano quasi del tutto del pigmento.

Pelargonium zonale. Le foglie ingialliscono lungo il margine, ma l'alterazione si arresta a contatto della zona antocianica che impallidisce leggermente. Se però l'esperienza viene protratta a lungo anche al di dietro della zona compaiono delle aree ingiallite.

La facilità con cui le aree situate al davanti della zona antocianica ingiallisce può forse servire ad illustrare il fenomeno dei pelargoni albicati nella regione compresa tra la zona antocianica e l'orlo del lembo fogliare.

Gesneria hybrida. Le foglie colorate in rosso dall'antocianina, limitatamente però alla faccia inferiore, quando vengano tenute all' oscuro, si scolorano leggermente e ben tosto di poi cadono. Le nuove foglie, che all' oscuro crescono stentatamente, appaiono di un colore rosso-roseo.

Coleus. Le piante private della luce muoiono con tutta facilità, ma prima che avvenga la caduta delle foglie l'antocianina in queste contenuta assume una colorazione pallida. Il pigmento si manifesta nelle nuove foglie nate e cresciute all'oscuro, ma è più sbiadito che nelle piante tenute in condizione normale.

Achyranthes Verschaffeltii. Le foglie cadono colorate normalmente in rosso e la colorazione persiste pure nei cauli denudati.

Tradescantia sp. Il color rosso delle foglie, dopo una lunga dimora di queste all'oscuro, impallidisce alquanto. Le nuove foglie si mostrano più o meno rosse. D'ordinario però le piante non sopportano a lungo la mancanza di luce.

Beta vulgaris. I cotiledoni delle piante in germinazione arrossano anche all'oscuro. L'asse ipocotileo diventa invece di un bel colore rosso vinoso solo alla luce.

Cyclamen persicum. I lobi corallini dei fiori nati all'oscuro non mostrano più una grande tendenza a riflettersi all' indietro come si osserva nelle piante cresciute alla luce per cui appaiono solo alquanto contorti. L'antocianina si appalesa tutt'all'ingiro della zona in cui avviene la flessione, ma presenta una colorazione alquanto sbiadita. Noi non abbiamo fatto ricerche per indagare se vi sia un rapporto diretto tra i due fenomeni, ma stando ai dati esposti nei precedenti Capitoli è probabile che una tale correlazione esista.

Le foglie, rosse in corrispondenza della faccia inferiore, tendono a cadere nelle piante oscurate di guisa che non si può portare alcun giudizio sul comportamento dell'antocianina presente nelle stesse.

Begonia. Queste piante emettono dei rami eziolati ma forniti di foglie piccole e pallidamente colorate in rosso. I nodi del fusto sono pure debolmente colorati dall'antocianina.

Maranta e Canna. Le foglie eziolate, di nuova formazione, non hanno del tutto perduto l'antocianina. Il pigmento che si presenta nell'epidermide si mostra ancora particolarmente abbondante in vicinanza degli stomi. Persiste l'antocianina nelle foglie che vennero poste all'oscuro quando già erano sviluppate.

Thea viridis. Dai semi messi in germinazione all'oscuro si svilupparono delle piantine il cui asse ipocotileo eziolato quando venne esposto alla luce non tardò a colorarsi in rosso come nel *Polygonum Fagopyrum.* All'opposto il medesimo nelle piantine nate e cresciute alla luce si colora quasi subito in verde il che viene a corroborare quanto si è detto nei precedenti Capitoli a riguardo dei rapporti che corrono fra antocianina e clorofilla.

Strobilanthes. Le piante muoiono in due o tre settimane se vengono tenute all'oscuro, ma nel frattempo sviluppano delle foglie talune delle quali sono eziolate, altre pallidamente antocianiche.

Centradenia grandiflora. La pianta muore dopo poco tempo, per cui non si presta per questo genere di ricerche.

Benchè non troppo numerose le osservazioni fatte ci permettono di trarne le seguenti conclusioni alle quali però và attribuito importanza relativa:

a) In quelle piante nelle quali l'antocianina fa una comparsa passeggera *(Rosa Paeonia ecc.)* l'oscurità può intralciare la sua formazione e viceversa determinare più o meno prontamente la sua scomparsa.

b) Quando invece la presenza dell'antocianina costituisce un reperto stabile (*Canna*, *Pelargonium*, *Coleus*, ecc.) allora l'oscurità non esercita per lo più che una debole azione attenuando soltanto la tinta del pigmento. Solo in pochi casi si arriva fino a provocare la totale scomparsa di questo.

c) Gli organi antocianici che si formano durante il periodo di vegetazione all'oscuro possono impregnarsi debolmente di antocianina, oppure rimangono incolori, e ciò a seconda delle peculiari condizioni della pianta.

d) Degli studi che si sono fatti sull'antocianina fiorale ((Askenasi) risulta che l'oscurità tenderebbe a far scomparire il pigmento solo nelle piante che non hanno organi di riserva (bulbi, tuberi, ecc.), non

intralcerebbe invece, che in debole misura, la formazione dello stesso in quelle che sono provviste di tali organi.

Per ciò che concerne le foglie il nesso non appare così manifesto, perchè in alcune piante fornite di tuberi e rizomi (*Gesneriacee*, *Maranta*, *Canna*, ecc.), quanto in molte di quelle che sono sfornite di organi di riserva si è osservato che l'antocianina può formarsi ugualmente all'oscuro.

Non si può però del tutto negare che il pigmento, in tesi generale, si presenta maggiormente colorato e stabile in quelle piante che hanno gli organi di riserva ed inoltre appare pure probabile che tali piante abbiano anche maggior tendenza a sviluppare all'oscuro dei getti colorati.

e) L'esperienza eseguita colle piante prive di organi di riserva molto spesso non ci permettono di arrivare ad un risultato pel fatto che le stesse sono assai sensibili alla mancanza di luce e perciò in un tempo più o meno breve muoiono, il che non si verifica con tanta frequenza nelle piante fornite di rizomi, di bulbi, ecc., le quali risentono meno l'inconveniente dell'abolita assimilazione fotosintetica del carbonio.

f) La luce non è assolutamente indispensabile perchè si sviluppi l'antocianina in molte piante.

b) Influenza delle differerenti radiazioni dello spettro.

Per ricerche che formano oggetto di quest'argomento abbiamo fatto uso delle solite cassette a doppia parete di vetro, nelle intercapedini delle quali si introducevano differenti liquidi colorati (bicromato di potassio, ammoniuro di rame, solfato di chinino) e delle campane di Prillieux ed infine di una speciale campana che uno di noi (Buscalioni) ha ideato, la quale, oltre che permettere di coltivare delle piante relativamente di grandi dimensioni, presenta pure il vantaggio da non esser così costosa come le ordinarie campane di Prillieux.

Il nostro apparecchio, che viene costrutto dalla Ditta Zambelli di Torino, consta di un grande cilindro di vetro, alto circa 80 centimetri e largo 30 centim. (*A*)aperto superiormente, nel quale si incastra un altro cilindro parimenti di vetro (*B*) alto 78 centim. circa e largo 26 centimetri. I due cilindri sono tenuti fra loro separati innanzitutto mercè un disco di feltro (*L*) che poggia sul fondo del cilindro esterno ed è sufficentemente robusto perchè gli orli delle due campane abbiano ad arrivare alla stessa altezza secondariamente mercè tre grossi dischi di gomma incastrati, a regolare distanza gli uni dagli altri entro un

anello, parimenti di gomma (*M*) che abbraccia il cilindro interno in corrispondenza della sua estremità superiore.

Il cilindro interno, aperto pure superiormente, termina con un orlo che, quando l'apparecchio è in posto, viene a combaciare esattamente col labbro della campana esterna riescendo in tal guisa a chiudere lo spazio compreso fra i due recipienti il che vale ad impedire che i vapori deleteri che possono svilupparsi dai liquidi che si introducono nello spazio compreso fra le due campane (ammoniaca per esempio) abbiano a sfuggire dall'apertura superiore di questo ed a venir a contatto delle piantine sottoposte all'esperimento che certamente danneggerebbero.

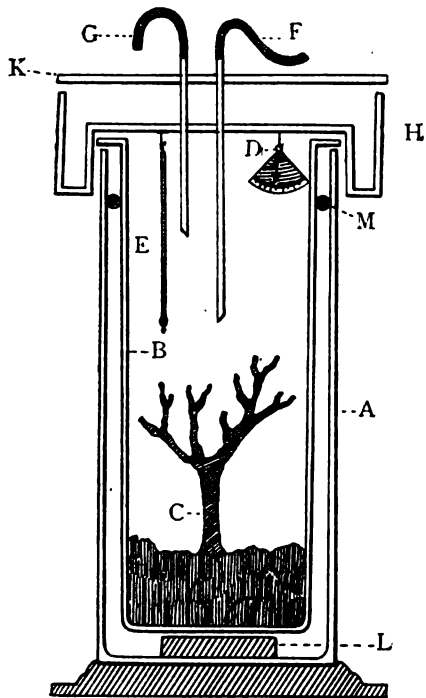



Fig. 3.

A Cilindro esterno di vetro.
B Cilindro interno di vetro.
C Pianta sottoposta alle differenti radiazioni.
D Igrometro.
E Termometro.
F e *G* Tubi di gomma che si continuano nei tubi di vetro destinati a stabilire la comunicazione fra l'atmosfera della campana interna a quella esterna.
H Vaschetta che ricopre le campane.
K Coperchio.
L Sostegno di feltro.
M Disco di gomma che serve a tener separata l'una dall'altra le due campane di vetro.

Sull'apparecchio così disposto poggia una vaschetta di vetro (*H*) i cui bordi si ripiegano in basso a foggia di *U* in modo da abbracciare per un certo tratto la estremità libera del cilindro esterno.

La vaschetta è attraversata in corrispondenza della parte mediana da due tubulature di vetro che si prolungano con due tubi di gomma (*F* e *G*) a pareti piuttosto robuste.

La vaschetta (*H*) è ricoperta infine da una lastra di vetro (*K*) attraversata da due fori per dar passaggio ai tubi di gomma sopra menzionati.

Per utilizzare quest'apparecchio come schermo della luce si riempie totalmente lo spazio compreso fra i due cilindri *A* e *B* (che ha circa 2 centim. di diametro) e la vaschetta (*H*) che li ricopre con una solu-

zione di ammoniuro di rame, oppure di bicromato di potassio o di solfato di chinino e via dicendo, affinchè la radiazione luminosa prima di arrivare nell'interno dell'apparecchio debba attraversare di necessità il liquido che funziona da filtro della luce.

Nel cilindro interno sta la pianta sottoposta all'esperimento la quale può essere mantenuta in vaso oppure impiantata direttamente nel terriccio di cui si deve riempire abbondantemente il fondo del recipiente per impedire che la pressione del liquido raccolto tra i due cilindri non abbia a spingere in alto il cilindro interno.

Nello spazio in cui si trova la pianta può all'occorrenza mettersi un termometro, un igrometro od altro simile strumento, potendo gli stessi venir appiccicati alle pareti della cavità per mezzo di ventose di gomma.

I due condotti di vetro che si prolungano in tubi di gomma hanno lo scopo di fornire aria alla pianta e permettere all'osservatore di innaffiarla senza aprire l'apparecchio. [1]

Entro a quest'apparecchio noi abbiamo coltivate parecchie piante a fogliame colorato dall'antocianina senza tuttavia poter rilevare che l'eliminazione delle radiazioni proprie della metà meno rifrangibile, o viceversa più rifrangibile, dello spettro avesse un' influenza notevole sulla formazione del pigmento o sulle antocianine stesse già formate. Infatti piantine di *Achyranthes*, di *Begonia*, di *Coleus*, ecc. a fogliame variegato, le quali rimasero per parecchi mesi sottoposte alle radiazioni più rifrangibili, oppure a quelle che lo sono poco, hanno continuato a sviluppare delle foglie colorate in rosso. Tutto al più quando la colorazione del liquido adoperato come schermo era troppo carica, si notava un' indebolimento nella colorazione dell'antocianina, ma allora noi avevamo a fare

[1] Il nostro apparecchio presenta anche il grandissimo vantaggio che quando venga capovolto si mostra quanto mai adatto per le esperienze concernenti l'influenza dei differenti gas e delle diverse atmosfere sui vegetali.

A tal uopo sopra un trepiedi a collo largo si colloca la vaschetta *H* capovolta in guisa che il suo orlo sia rivolto in basso: sul fondo della vaschetta si dispone un altro trepiedi destinato a sorreggere il vaso contenente la pianta che si vuole sottoporre all'esperimento. Si copre la pianta colla campana esterna *A* pure capovolta e si versa un po' di mercurio o di altro liquido nel ristretto spazio compreso fra la campana esterna e l'orlo ricurvo della vaschetta, onde assicurare la chiusura ermetica per parte della campana *A*. Infine si mette in comunicazione uno dei tubi di cautchouch coll'apparecchio che deve fornire il gas, di cui si vuole esperimentare l'azione sulla pianta, mentre si unisce l'altro tubo di cautchouch con un aspiratore. Sulle due condutture si può all'occorenza intercalare delle boccette di gorgogliamento per impedire l'ingresso dell'aria atmosferica nell'apparecchio durante il periodo in cui non funziona.

Così preparato l'apparecchio esso è pronto per essere utilizzato per le ricerche sopra menzionate.

con fenomeni dipendenti da diminuita illuminazione, i quali portano, come si sa, assai spesso allo stesso risultato.

Spiegano anche i raggi ultravioletti un'azione qualsiasi sulla produzione dell'antocianina?

Per rispondere a questa domanda bisognerebbe innanzi tutto conoscere l'intima essenza del fenomeno della fluorescenza che viene provocata da quelle sostanze che noi impieghiamo come mezzo per eliminare i raggi ultravioletti. Ma all'opposto siamo ancora quasi completamente all'oscuro sull'influenza spiegata sia dal solfato di chinino, sia da altre sostanze sopra tali radiazioni.

Molte esperienze furono fatte dal Brewster, dall'Herschel, dallo Stockes, dal Lommel, dall'Hagembach, dal Piko, dal Pierre, dallo Stengel e da altri autori in proposito, ma sino ad ora non solo non si è arrivati a comprendere il fenomeno, ma neppure a determinare con sicurezza se le radiazioni emanate dalla soluzione fluorescente siano quelle di maggior o minore lunghezza di onda in confronto delle radiazioni che producono la fluorescenza stessa, per quanto prevalga tuttavia l'idea che la fluorescenza sia determinata da quelle radiazioni che sono assorbite dalla sostanza fluorescente il cui ufficio sarebbe quello di trasformarle in radiazioni di minor rifrangibilità e quindi luminose. [1]

Malgrado la poca solidità delle dottrine attualmente dominanti sulla intima essenza della fluorescenza, il Sachs che pel primo ha studiato l'azione delle sostanze fluorescenti sui fiori ha creduto di poter affermare che i raggi ultravioletti servono alla produzione, per parte della pianta, di speciali sostanze florigene analoghe ai fermenti, il che, come altrove è stato indicato, non ha trovato la conferma nei lavori più recenti di De Candolle, di Vöchting, di Klebs, di Montemartini e di altri autori [2] dai quali è risultato che se i fiori non si sviluppano sempre

---

[1] Per la letteratura dell'argomento si consultino le seguenti opere: Stokes, *On the changes of refrangibility of light Philos. Transact.* 1852. — Pisko, *Die Fluorescenz des Lichtes.* Wien, 1861. — Stockes, *Poggendorf Ann.* Bd. XCVI ed *Ergänzungs.* Band IV. — Pierre V., *Wiener Ber. d.* Bd. LIII, 1866. — Hagembach, *Poggendorf* in *Ann.* Bd. CXLI e CXLVI. — Noack, *Verzeichniss d. Fluoreschierenden Substanzen etc.* Marbourg, 1887. — Lommel, *Poggendorf Ann.* CXLIII e CLIX. — Lubbarsch, *Poggendorf Ann.* Bd. CLVI, Stenger *Wiedem., Ann.* Bd. XXVIII.

[2] V. anche i lavori di Klebs G. (*Ueb. d. Einfluss d. Lichtess auf. d. Fortpflanzung d. Gewachse* in *Biol. Centralbl.* Bd. XIII, 1893), di Montemartini (*Intorno all'influenza dei raggi ultravioletti*, ecc., in *Atti dell'Istit. Bot. di Pavia.* 1893), *di* Heim (*Unters. ub. Fornprotallien Flora.* 1896), di Lendner A. (*Des influences combinées de la lumière etc., Thesi.* Genève, 1897), di Graenitz J. (*Ueb. d. Einfluss. d. Lichtes auf d. Entwickelungs. einige Pilze.* Leipzig, 1898), per ciò che concerne l'influenza dei raggi ultravioletti sugli apparati di riproduzione delle crittogame.

dietro gli schermi di solfato di chinino ciò dipende unicamente dalla alterazione cui vanno incontro le soluzioni di chinina che diventano per tale fatto impermeabili a molte radiazioni luminose le quali altrimenti sarebbero utilizzate dalle piante.

L'incertezza dei risultati ci ha indotto a ripetere le esperienze del Sachs per studiare se per avventura la eliminazione dei raggi ultravioletti, che noi abbiamo cercato di fare assorbire da una soluzione di solfato di chinino acidificato con $H_2 SO_4$ non avesse per risultato di impedire la formazione del pigmento nelle parti vegetative normalmente antocianiche.

L'esperienza è assai delicata e più di quanto si presenti allorchè si cerca di analizzare il fenomeno, prendendo come organi di esperimento i fiori, poichè se oltre alle radiazioni altre cause intervengano in scena (umidità, indebolimento della luce) subito i risultati riescono alterati, data la più grande sensibilità di fronte a questi agenti dell'antocianina delle foglie rispetto a quella contenuta nei fiori.

Nelle nostre esperienze ci siamo serviti tanto delle cassette di legno aventi una parete di vetro a doppio fondo destinato a contenere la soluzione di chinino, quanto della campana ideata da uno di noi. Oltre a ciò si è avuto cura di innaffiare tanto le piante sottoposte all'esperienza quanto quelle di controllo con una stessa quantità di acqua (mai molto abbondante), allo scopo di ottenere un ugual grado di umidità, e non molto accentuato, nell'interno dei recipienti, avendo noi dimostrato che talora l'antocianina non si sviluppa più in un ambiente troppo umido.

Non occorre aggiungere che le altre condizioni esterne ed in ispecie l'illuminazione, vennero mantenute costanti. Solo dobbiamo notare che in talune esperienze si è lasciato alterare più o meno profondamente la soluzione di chinina, in altre invece, questa venne rinnovata appena accennava ad ingiallire.

I risultati che abbiamo ottenuti sperimentando su piante di *Begonia Tradescantia*, *Coleus*, *Iresine*, *Achyranthes*, *Acalypha*, le quali vennero tenute per oltre a due mesi negli apparecchi, vale a dire per un tempo sufficentemente lungo perchè nuove foglie avessero a prodursi ed a crescere nell'interno dell'apparecchio, hanno dimostrato che i raggi ultravioletti o sono senza azione sull'antocianina *(Coleus)*, o tutt'al più provocano un indebolimento, neppure costante per ogni singola specie, nella tinta antocianica *(Tradescantia)* che però non viene mai soppressa.

L' indebolimento della tinta è stato più marcato in quelle piante che crebbero dietro le soluzioni di solfato di chinino non frequentemente rinnovate, il che dimostra evidentemente l'influenza della dimi-

nuita radiazione cui venivano assoggettate le foglie a causa della alterazione del liquido contenuto nelle vaschette.

In un solo esperimento abbiamo ottenuto la scomparsa del pigmento, nelle foglie di *Begonia*, *Tradescantia*, *Acalypha*, ecc. ma qui si trattava di azioni combinate dovute in particolar modo all' influenza dell'eccessiva umidità cui erano state esposte le piante.

Affatto inerte si è poi mostrata la soluzione di chinino sulle piantine di *Polygonum Fagopirum* le quali vennero fatte germinare all'oscuro e poscia collocate nel nostro apparecchio, dove in poche ore divennero rosse al pari di quelle tenute dietro uno schermo formato unicamente di acqua.

In conclusione si può affermare che se la soppressione delle radiazioni ultraviolette può esercitare una debole azione, e forse indiretta, sulla formazione dei fiori, ancor più insignificante si presenta la sua influenza sopra una delle sostanze che prendon tanta parte nella costituzione del fiore, qual' è l'antocianina.

CAPITOLO XVII.

Influenza delle alte temperature sull'antocianina.

Nei precedenti Capitoli si è veduto come l'antocianina possa formarsi sia sotto l' influenza del freddo sia sotto quella del caldo, ma parimenti è stato posto in evidenza che un'alta temperatura provoca di nuovo la scomparsa del pigmento.

Il Molisch il quale ha studiato la questione sostiene, come è stato detto, che la scomparsa sia dovuta alla mescolanza del sugo alcalino delle cellule, in specie di quelle clorofilliane col pigmento antocianico sotto l' influenza delle alte temperature. Egli poggia la sua teoria sui seguenti dati: 1.° la temperatura di 100 gradi, a secco od all'umido, non distrugge il pigmento antocianico; 2.° gli acidi non ossidanti quali l'acido cloridrico, l'ossalico, l'acetico ripristinano il color rosso allorchè questo è scomparso per l'alta temperatura, il che non sarebbe il caso se il fenomeno della decolorazione fosse dovuto a fattori riducenti; 3.° sotto il microscopio e col tavolino riscaldante si può seguire, sulle parti antocianiche, il passaggio dal color violetto bleu al verde ed in-

fine al giallo; 4.° infine la colorazione avviene prevalentemente in quelle cellule che sono a contatto degli elementi ricchi di clorofilla.

Noi abbiamo ripetuto ed estese le ricerche a moltissime piante, venendo a risultati che in parte confermano ed estendono le osservazioni del Molisch ed in parte le modificano.

La temperatura a cui l'antocianina si scolora o cambia di tinta è variabile a seconda delle piante. Nelle nostre esperienze eseguite tenendo le parti antocianiche in una stufa ad aria secca in cui la temperatura veniva a poco e poco elevandosi sino a 100 centim. abbiamo ottenuto i seguenti risultati:

Da 54° a 60° C. circa si scolorano o cambiano di tinta le seguenti piante:

Ranunculus (foglie).

Corylus Avellana. I rami diventano di color rosso cupo o bruno.

Saxifraga crassifolia (foglie). Il color rosso impallidisce e lo stesso fatto si osserva colle foglie di *Canna*, di *Galipaea ovata*, di *Dracaena*, di *Rogiera*, di *Higginsia*, e colle gemme florali di *Cydonia Japonica*, il caule di *Ceratonia.*

Pelargonium zonale. La zona antocianica impallidisce.

Rosa (giovani getti). Talora imbrunano tal'altra diventano verdi.

Camellia japonica (petali rossi). Diventano giallo bruno.

Tra i 60° C. ed i 70° C. si scolorano o cambiano di tinta:

Anthurium (spata rossa). Impallidisce.

Foglie giovani di *Paeonia.* Inverdiscono.

Foglie adulte del *Geranium*, di *Beta*, di *Erica*, di *Achillea*, di *Anemone.* Inverdiscono.

Weigelia. I fiori bianchi diventano bruni, senza passare tuttavia per la colorazione rossa che si manifesta nelle condizioni normali allorchè il fiore invecchia. I fiori rossi si scolorano.

Tra i 70° C. e gli 80° C.

Si scolorano le foglie di *Rumex*, di *Lamium*, di *Sempervivum*: i fiori di *Aloe ciliaris*, di *Russelia juncea,* di *Lonicera Caprifolium*, di *Solanum lanceolatum*, di *Lamium*, di *Clematis*, e di *Amaryllis.*

I fiori della *Vicia Cracca* diventano di colore bleu scuro.

I fiori rossi di *Papaver* tendono a diventar bleu.

Tra gli 80° C. e i 90° C.

Si scolorano le foglie di *Fittonia*, di *Arum*, di *Dioscorea versicolor.* di *Croton*, di *Tradescantia*, di *Ginora*, ed i fiori di *Dendrobium.*

A queste temperature non subì notevoli variazioni, per ciò che concerne il colore l'antocianina contenuta nelle foglie di *Cyssus*, *Dracaena*, *Begonia*, *Mahonia*, e quella diffusa nei fiori di *Azalea*, di *Cine-*

varia, di *Begonia*, di *Hyacinthus* o nel caule di *Saccharum* e di altre piante.

Se invece di esperimentare in aria secca e riscaldata si immergono le piante in acqua, si ottengono ad un dipresso gli stessi risultati, ma le temperature che provocano l'alterazione nell'antocianina differiscono assai spesso da quelle che producono la stessa azione in un'ambiente secco. È però facile che intervenga la diffusione del pigmento, il quale fenomeno allora riesce a mascherar alquanto i risultati.

Le alterazioni che noi abbiamo osservato, in specie studiando il fenomeno sotto l'azione dell'aria secca, corrispondono a quelle che ci ha segnalate il Molisch e quindi, in tesi generale, riteniamo che le conclusioni cui questi è giunto siano giuste e che realmente il cambiamento di colore sia dovuto alla neutralizzazione ed alcalinizzazione del pigmento antocianico sotto l'azione dei succhi protoplasmatici.

Vi hanno però alcune eccezioni che assolutamente non si possono spiegare coll'ipotesi del Molisch, e di queste crediamo utile riportarne alcuni esempi.

Il fiore rosso della *Camellia japonica* a secco e verso i 60° C, passa rapidamente dal rosso al bruno gialliccio senza presentare, almeno per pochi istanti, una colorazione violetta che indichi un principio di alcalinizzazione,[1] la quale invece si manifesta e persistentemente se si immergono i fiori nell'acqua e poscia si eleva la temperatura di questa fino a 80°-100° C. Oltre a ciò i petali che diventarono giallo bruni per l'azione dell'alta temperatura a secco, non cambiano più la tinta quando vengano sottoposti all'azione dell'acido solforico o della potassa caustica e infine dell'acqua ossigenata.

I fiori di *Primula*, verso i 60° C., ed a secco, diventano pallidi o quasi incolori: verso i 70°-80° C. invece, assumono una bella colorazione bleu che persiste anche se si eleva la temperatura fino a 100° C.

Le foglie di talune *Maranta* hanno un pigmento che scompare rapidamente verso i 60° C. ed a secco, mentre questo all'opposto persiste nell'epidermide staccata ed assoggettata ad alta temperatura. Nel primo caso poi l'acido acetico non ripristina il colore rosso.

Alcune specie di *Crassula*, aventi foglie rosse nella fredda stagione tenuta nella stufa a 70° circa, perdono il colore, ma l'H_2SO_4 dimostra che l'antocianina presente dapprima nell'epidermide si è diffusa in tutto il parenchima della foglia, poichè esso colora in rossastro tutto quanto il tessuto di questa. Se si stacca invece l'epidermide antocianica e

---

[1] Nei fiori che cambiano di colore riesce manifestissimo il passaggio dal rosso al bleu in seguito alla alcalinizzazione dell'antocianina.

poscia si fa agire la temperatura elevata sul lembo di tessuto così preparato il pigmento non subisce cambiamenti di sorta nella colorazione. Fenomeni analoghi si sarebbero osservati nel *Cornus* e *Mahonia*.

Centradenia floribunda. Le foglie che sono rosse in corrispondenza della pagina inferiore, diventano invece uniformemente rosse verso i 70°.

Anthurium. La spata rossa sotto l'azione del caldo secco, ingiallisce stabilmente poichè la potassa caustica non riesce più a colorare il tessuto in bleu, mentre ciò succede per brevi istanti, è vero, se si mette a contatto col reattivo in questione un pezzo di spata vivente. Occorre però notare che anche in questo caso la potassa finisce per dare al tessuto una tinta gialla, la quale passa di nuovo al rosso coll'H_2 SO_4, il che non avviene nelle parti state esposte ad alta temperatura.

I fenomeni sopra esposti non si possono sufficentemente chiarire se si ammette che essi dipendano unicamente, come vorrebbe il Molisch, da processi di alcalinizzazione del pigmento antocianico, ma trovano invece la spiegazione se si ritiene che oltre a questa causa, anche i fenomeni di riduzione entrino in giuoco. In conseguenza, l'ipotesi dapprima emessa dallo stesso Molisch, ma poi da questi abbandonata, che cioè la decolorazione possa esser dovuta anche in parte a processi di riduzione avrebbe, a nostro parere, un certo fondamento di probabilità.

Tale spiegazione riuscirebbe anche avvalorata dalle ossevazioni del Reinke che avrebbe notato la presenza di corpi energicamente riduttori in seno al protoplasma (v. Reinke, *Ueb. Aldëydenartigen Substanzen in Chlorophyllartigen zellen*, *Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch.* 1881. 3. 2144), da quelle non meno interessanti di De Luca il quale trovò che molti frutti colorati dall'antocianina quando vengono mantenuti a lungo, in un'atmosfera di CO_2, a poco a poco si scolorano ed il fenomeno è talora accompagnato dallo sviluppo di idrogeno (V. Ann. Sc. Nat. e 6ª Ser. T. 6°) e da quella infine di Hennings il quale asserisce che le rose seccate con un suo metodo particolare diventano dapprima bianche poi rosse o bleu. (Bot. Jahresb. 1878).

Egli è certo però che un'analisi un po' rigorosa del fenomeno riesce quanto mai difficile, inquantochè i corpi sui quali occorre esperimentare fino ad ora sono ancora ben poco conosciuti dal punto di vista chimico.

Oltre a questa interpretazione noi dobbiamo però ancora ammettere che in taluni casi la decolorazione sia puramente apparente pel fatto che sotto l'azione dell'alta temperatura il pigmento si diffonde con facilità di cellula in cellula ed il fenomeno sarebbe particolarmente distinto nelle foglie carnose.

In conclusione l'alcalinizzazione dei succhi, la diffusione e la riduzione del pigmento antocianico, sarebbero i tre fattori principali che

provocherebbero sia associati, sia ognuno isolatamente, la scomparsa della colorazione antocianica dai tessuti sottoposti a temperature prossime ai 100° C.

Che non intervengano talora anche fenomeni di intensa ossidazione come fattori della decolorazione? È probabile, ma per ora non possiamo che avventurare dell'ipotesi mancando assolutamente i dati sperimentali.

CAPITOLO XVIII.

L'azione dell'elettricità sulle piante antocianiche.

Le nostre osservazioni non costituiscono che una conferma di quanto già ebbe ad osservare lo Schell. Se si sottopongono infatti delle foglie antocianiche all'azione della corrente elettrica continua, si osserva che l'antocianina scompare dapprima al polo negativo per cui quivi si forma ben tosto un'area biancastra.

Gli apparecchi che avevamo a disposizione e le difficoltà che si incontravano allorchè si trattava di far attraversare un tratto di foglia, anche piccolo, dalla corrente elettrica non ci hanno permesso di continuare le ricerche o di venire ad un risultato un po' importante, per cui rimandiamo il lettore che desiderasse ulteriori ragguagli sull'argomento, al lavoro dell'autore citato ed a quelli più recenti di Hedd Fr.[1] e di Tompe.[2]

CAPITOLO XIX.

Sui cambiamenti di tinta cui vanno soggette le piante antocianiche.

Ben poche sono le piante che portino delle foglie verdi allo stato giovane e che diventano rosse quando raggiungono lo stato adulto, come avviene in modo molto manifesto nei *Croton*, nella *Acalypha*, a prescindere, ben inteso, da quelle specie che hanno un fogliame autun-

[1] Hedd F., *The electrical conductivity of plant juice*, in *Bot. Gaz.* V, 34.
[2] Tompe A., *Beiträge z. pflanzliche Elektricität*, in *Beitr. Bot. Centralbl.* Bd. 12, 1902.

nale arrossato, poichè in questo caso l'arrossamento si manifesta come un sintomo di sensibilità e di decadenza delle foglie.

Nella maggior parte dei vegetali si osserva invece che le foglie nascono rosse, ma dopo un po' di tempo assumono l' ordinaria colorazione verde. Il fenomeno appare quanto mai spiccato nel *Corylus Avellana* var. rossa, in talune altre delle così dette varietà rosse delle nostre piante ornamentali e nell'apice fogliare di *Sempervivum*. Le foglie o le parti di queste destinate a cambiare di tinta spuntano rosse in primavera e solo all'avvicinarsi dell'estate vanno a poco a poco decolorandosi fino a che diventano completamente verdi, oppure rimangono ancora leggermente colorate in bruno verdastro. Nel *Corylus* la decolorazione è così accentuata che non riesce quasi più possibile distinguere le foglie della varietà rossa da quella della specie tipica sempre verde.

I fenomeni istologici che accompagnano l'inverdimento e che anzi lo promovono sono poco noti. Noi abbiamo solo potuto notare che nel *Corylus* persiste il cromogeno anche dopo che è avvenuto l'inverdimento, mentre nella *Mahonia*, le cui foglie giovani (dell'annata) diventano rosse all'autunno per assumere di nuovo la colorazione verde all'avvicinarsi della successiva primavera, l' inverdimento è accompagnato da particolari modificazioni nella costituzione delle cellule del palizzata che oltre al cambiare di colore si mostrano anche assai turgescenti per cui le foglie acquistano un aspetto zigrinato, che non avevano quando erano rosse e neppure è presente nelle altre foglie.

Anche pochissimo conosciuti sono i processi chimici che conducono all'inverdimento, ma se noi teniamo in considerazione quanto si è detto a proposito dei rapporti tra l'assimilazione e la formazione dell'antocianina possiamo presumere che la scomparsa del pigmento rosso sia dovuta alla presenza di sostanze riduttrici, anzichè all' assorbimento puro e semplice dello stesso come vorrebbe l'Ewart.

Il Reinke infatti ha osservato che sostanze di questa natura aventi un carattere aldeidico si formano in gran copia nelle foglie allorchè i cloroplasti delle stesse cominciano a funzionare, mentre mancano nelle piante eziolate.

Il passaggio dal color rosso al verde non è contrassegnato da modificazioni chimiche nella costituzione dell'antocianina che accennino alla sua dissociazione, se si fa astrazione talora della comparsa di una colorazione rossa un po' più cupa dovuta a cause svariatissime.

Noi quindi possiamo conchiudere che il fenomeno non è dovuto all'azione di sostanze alcaline sopra l'antocianina le quali, come si è visto nel Cap. XVII, Parte III, possono decolorare il pigmento, ma ha molta analogia con quanto venne da noi constatato nelle piante

antocianiche sottoposte alle temperature piuttosto alte, il che ci autorizza a ritenere che la decolorazione dell'antocianina nelle cellule viventi, avvenga spesso sotto l'azione di processi di riduzione.

Abbastanza singolare è intanto il fatto che le piante a fogliame antocianico hanno spesso un aspetto più delicato in confronto della varietà verdi, e difatti il *Corylus* rossi ingialliscono e perdono le foglie prima di quelli verdi.

Oltre a questo processo di decolorazione naturale delle foglie noi possiamo ancora segnalare gli scoloramenti artificiali che si possono ottenere con sostanze diversissime. Un bellissimo esempio di questo genere venne da noi ottenuto sottoponendo le piante antocianiche ai vapori anestetici od altrimenti tossici.

Noi abbiamo già accennato a qualche esperienza in proposito nei Capitoli VIII e XIV della Parte III, ma noi aggiungeremo ancora qui che se si mettono delle piante antocianiche di *Achyrantes*, di *Coleus*. di *Iresine*, etc., sotto una campana e si fa arrivare a contatto delle stesse dei vapori anestetici (cloroformio, etere, etc.) oppure dei vapori di trementina, si osserva che in poco tempo, variabile a seconda della quantità di sostanza impiegata, le foglie diventano verdi e floscie, ma nello stesso tempo muojono.

L'inverdimento si manifesta dapprima alla base delle foglie, per procedere a mano a mano verso l'apice delle stesse e non è arrestato da tagli che ad arte venissero praticati sulle nervature o nel parenchima del lembo. Lungo le nervature la colorazione rossa resiste alquanto più a lungo.

Quando si adopera il cloroformio si osserva che oltre alla decolorazione, ha luogo pure un'imbibizione acquea degli spazi intercellulari e molto spesso poi si verifica anche l'uscita dalle foglie di goccioline pallidamente colorate di antocianina.

L'esame microscopico mostra che il pigmento è scomparso, che i cloroplasti sono raccolti in masse lungo le pareti pericline più profonde delle cellule e che infine il tannino e l'amido sono stati consumati. Tutti questi fenomeni sono assai significanti in quantochè è noto che molte delle piante nelle quali abbiamo esperimentato, quando perdono le foglie per altre cause, non manifestano i fenomeni di decolorazione testè descritti.

Quali sono le cause di un così curioso comportamento? È lecito ritenere che i vapori tossici provochino una necrobiosi delle cellule. Questa si inizia colla perdita della impermeabilità per parte del protoplasma che lascia così stuggire l'acqua e l'antocianina contenute nei suoi vacuoli, le quali sostanze poi vengono riassorbite in parte dal caule, più resistente delle foglie alle necrosi. Ciò ci rende conto della più

pronta decolorazione che ha luogo in corrispondenza della parte basale della foglia; essa però non è la sola causa del rinverdimento il quale va anche ricercato in questi stessi fattori che provocano la distruzione del pigmento sotto l'azione delle alte temperature (V. Cap. XVII, P. III.)

Il fenomeno descritto è essenzialmente locale e non ha grande importanza dal punto di vista fisiologico perchè avviene in tessuti morenti; ciò non di meno non cessa di essere abbastanza singolare. Intanto si è potuto constatare che se si sottopongono all'azione dei vapori sopra ricordati tanto le varietà verdi quanto quelle rosse di una data specie, (*Tradescantia, Coleus, Achyranthes*, ecc.) si nota che le prime mostrano maggior resistenza delle seconde di fronte all'agente tossico, inquantochè le loro foglie stentano un po' di più ad appassire ed a lasciar sortire le goccioline di acqua. È d'uopo però aggiungere che il confronto va fatto esaminando foglie giovani e giunte ad ugual periodo di sviluppo avendo l'esperienza dimostrato che le foglie giovani resistono relativamente più a lungo di quelle adulte all'azione dei vapori tossici sopra ricordati.

CAPITOLO XX.

L'antocianina nelle così dette "Blattflekenkrankeiten.„

Speciali condizioni fisiche, agenti disinfettanti (Mistura bordolese (Muder e Lodelmann), ma in particolar modo determinati organismi appartenenti per lo più alla classe dei così detti funghi imperfetti (*Phyllosticta Pruni, Ph. Persicae, Septoria erythrostoma, S. effusa, S. cerasina, S. Ravenellii, Cilindrosporium, Ovularia ciscumscissa, Didymaria prunicola, Clasterosporium, Cercospora, Microsphaerella*, etc.) come si è detto nella II parte del presente lavoro, provocano, nei frutti e nelle foglie di molte piante coltivate e spontanee, delle speciali lesioni caratterizzate, fra l'altro, dalla comparsa di macchie rosse, d'onde il nome di " Blattfleckenkrankeiten „ che gli autori tedeschi hanno dato alle lesioni.

I funghi che determinano siffatti processi morbosi per lo più non invadono tratti estesi di tessuto, ma all'opposto si localizzano alla regione arrossata la quale d'ordinario è poco estesa.

Un tale reperto ci ha portati a sospettare che gli organi infetti possiedano degli speciali mezzi di difesa grazie ai quali verrebbe ostacolata la diffusione del fungo e noi abbiamo voluto perciò ricercare se per avventura l'antocianina ed altre sostanze affini che si incontrano

nei punti lesi non avessero il potere di localizzare il morbo grazie al loro coefficente osmotico.

Le ricerche che abbiamo fatto in proposito non ci permettono di risolvere in modo assoluto la questione: però dalle stesse è risultato che in corrispondenza delle macchie che si osservano nelle foglie di *Tussilago* infetta da un parassita appartenente al genere *Ramularia*, il potere osmotico delle cellule antocianiche è molto elevato, cominciando a manifestarsi la contrazione del protoplasma solo sotto l'azione di una soluzione variabile dal 15 °/₀ al 34 °/₀ circa di KNO^3 la quale sarebbe perciò corrispondente ad una pressione atmosferica molto elevata.

Una pressione osmotica un po' minore venne da noi rinvenuta nelle chiazze antocianiche prodotte da un fungo indeterminato vivente nelle foglie di una var. di *Fuchsia* coltivata nell'orto Botanico di Pavia, ma ciò non ostante anche ivi occorrevano delle soluzioni al 9 °/₀, almeno, di KNO^3 per produrre le plasmolisi totale delle cellule antocianiche.

Lo stesso valore si rinvenne esperimentando nelle foglie di *Fragaria* infette da *Ramularia,* mentre relativamente assai bassa venne trovata la pressione osmotica nelle macchie di *rumex* (3 °/₀ di NO^3K).

Occorre però notare che non in tutte le cellule antocianiche della macchia domina lo stesso coefficente osmotico, che anzi all'opposto si osservano variazioni grandissime da un elemento all'altro, per cui mentre una cellula si contrae già con una soluzione al 3 °/₀ di KNO^3 altre resistono a soluzioni molto più concentrate (9—10 °/₀.)

Le alte pressioni osmotiche trovate in alcuni casi di infezioni micetiche ci permettono di avanzare l'ipotesi che le stesse servono, in associazione probabilmente ad altri fattori, ad impedire la diffusione dei funghi nell'organismo. Noi però non abbiamo potuto estendere le nostre ricerche per dilucidare maggiormente la questione la quale è assai complessa perchè le osservazioni di Stange [1] sulle Fanerogame; ma più particolarmente quelle di Gruber, [2] di Heschenhagen, [3] di Fischer, [4] di Heinsins v. Majemburg [5] avrebbero dimostrato che molti organismi ed

---

[1] Stange, *Beziehungen zwischen substanz concentrationen, Turgor und Wachstum b. einiger Fanerogamen Pflanzen,* in *Bot. Zeit.* 1892.

[2] Gruber, *Biol. Studien üb. Protozoen.* 1888.

[3] Heschenhagen, *Einfluss v. Losungen verschiedenen Concentrationem auf d. Wachstum d. Schimmelpilzen.* 1889.

[4] Fischer, *Jahrbuch f. Wissensch.* in *Bot.* 1895.

[5] Otto Majemburg, *Losunconcentration u. Turgorregulation b. d. Schimmelpilzen,* in *Pringsheim Jahrbücher.* V, 36, 1901.

Vedasi anche in proposito i seguenti lavori: Pfeffer, *Druch und Arbeitleistung durch vachsende Pflanze.* Leipzig, 1893. True, *The phys. Action of certains plasmolyzing agents* in *Bot. Gazette.* 1898.

in specie quelli più degradati (funghi, bacteri) avrebbero il potere di adattarsi, fino a una certa misura, ai cambiamenti di concentrazione del mezzo in cui vivono, essendo essi in grado di variare all'uopo, entro certi limiti il potere osmotico dei loro elementi costitutivi.

A conferma della nostra ipotesi sta tuttavia il fatto che l'accomodamento quando richiede l'intervento di un forte potere osmotico, è accompagnato da un arresto e da un indebolimento dello sviluppo, il che è appunto quanto si osserva d'ordinario nei funghi delle " Blattfleckenkrankeiten „ i singoli individui dei quali quasi sempre si presentano incapaci di infettare estese aree ed anzi per lo più stanno localizzati nel ristretto ambito della macchia.

Ma noi abbiamo nelle osservazioni di Aderhold apparse recentetemente (Ueb. d. Spruh. und Durrfleckenkrankeiten) un argomento molto adatto per dilucidare la questione.

Quest'autore, dopo aver passato in rassegna moltissime forme di parassiti che causano la comparsa di macchie antocianiche nei nostri alberi da frutta, venendo a parlare dei rapporti tra il fungo e le macchie, afferma che alcuni di sifatti parassiti manifestano poca tendenza a crescere nei mezzi artificiali di nutrizione (*Cercospora cerasella* Sacc.), mentre altri, all'opposto, riescono ad invadere estesi tratti di coltura, (*Clasterosporium*, *Phyllosticta,* ecc.). L'autore ritiene perciò che il debole accrescimento nelle foglie sia dovuto ad un'insufficente nutrizione del fungo ed alla lotta che questo deve sostenere coll'organismo che ha invaso.

Infatti la *Septoria erythrostoma* allorchè invade le foglie giovani si localizza nell'area della macchia, all'opposto si diffonde ampiamente nel lembo fogliare ed anco nel picciuolo quando infetta le foglie già evolute.

Le foglie adunque, a seconda dell'età, potrebbero opporre maggiore o minore resistenza alla diffusione del parassita. Le foglie giovani infatti riescono assai spesso a limitare l'invasione del fungo formando una specie di callo attorno al medesimo, ciò che più non si osserva nelle foglie adulte.

Ora noi aggiungiamo, se dalle nostre ricerche risulta che attorno al fungo si ha una zona di forte concentrazione di succhi e quindi di elevata pressione osmotica è lecito pure ammettere che questo sia uno dei fattori, che in assieme ad altri ed in specie ad agenti chimici, valga ad impedire la diffusione del parassita.

La antocianina, quindi, come sostanza che accompagna e deriva dai corpi dotati di un potere osmotico relativamente forte, deve concorrere ad aumentare la difesa dell'organismo contro l'invasione. Ciò spiegherebbe come molti funghi delle *Blattfleckenkrankeiten* abbiano poca tendenza a crescere in mezzi liquidi di coltura, pel fatto che le condizioni

poco favorevoli alla loro espansione sotto l'azione delle quali essi hanno vissuto per una lunghissima serie di generazioni devono aver determinato nell'organismo stesso uno stato di nanismo, ci si permetta la parola, che persisterebbe immutato anche quando le condizioni di esistenza abbiano a diventare temporaneamente migliori come è il caso per le colture in mezzi liquidi.

L'Adernold non indica in modo tassativo quali sono i fattori che concorrono a delimitare l'accrescimento dei funghi nelle sopre citate *Blattfleckenkrankeiten*, ma egli non crede di dover accordare all'antocianina una grande importanza come mezzo di difesa contro gli invasori, unicamente per il motivo che il pigmento, afferma egli, si trova tanto nelle foglie giovani nelle quali il fungo localizza l'invasione quanto in quelle adulte dove esso si estende ampiamente. Noi faremo osservare a questo proposito che non già la presenza del pigmento per se stesso, ma la quantità di questo, ed in conseguenza il grado di pressione osmotica nelle cellule antocianiche, costituisce uno dei regolatori dell'equilibrio nella lotta tra fungo ed organismo fogliare.

L'antocianina in tale condizione, secondo la nostra ipotesi, non rappresenterebbe soltanto il rivelatore della pressione osmotica dominante nelle cellule per la presenza di alcune sostanze osmotiche, ma siccome essa deriverebbe da queste, sotto l'azione della luce, od anco della maturità più precoce prodotta dai funghi parassiti, come dimostrarono l'Adernold ed il Koch, [1] di speciali enzimi e di altri fattori, concorrerebbe pure a mantenere alto il coefficente osmotico con tanta maggior energia quanto più è abbondante. [2]

CAPITOLO XXI.

L'antocianina e gli innesti.

Il problema che ci siamo proposti di studiare innestando piante antocianiche su quelle che non lo sono o viceversa queste su quelle, aveva lo scopo di stabilire se l'antocianina potesse per avventura diffondersi

[1] *Beitrage zur Einwirkung d. Schildlause auf d. Pflanzengeweb. Jahresber. d. Hamburg Wissensch. Anstalten*, XVII, 3, in *Beiheft*. Hamburg. 1900.

[2] Sulle condizioni osmotiche delle cellule invase da parassiti quanto prima verrà pubblicata da uno di noi (Buscalioni) una nota.

dal soggetto all'innesto o viceversa questo potesse provocare la comparsa del pigmento nel primo.

A tale scopo noi abbiamo innestate le varietà rosse di *Achyranthes* sopra quelle verdi e viceversa la forma verde sopra quella rossa.

In entrambi i casi, malgrado che le piante abbiano continuato a vegetare per oltre un anno in ottime condizioni, non si è mai potuto osservare la benchè minima influenza del soggetto sopra l'innesto o viceversa. Se il soggetto aveva il fogliame verde, questo rimaneva tal quale, o tutt'al più presentava delle colorazioni settoriali dovute a cause affatto indipendenti dall'innesto (Eredità?), mentre l'innesto si manteneva rosso (o rispettivamente questo verde e quello rosso.)

Persino sotto il punto di vista della sensibilità specifica, i rapporti restarono immutati poichè la porzione verde del Fitodema si è mostrata più resistente agli agenti narcotizzanti (Cloroformio) in confronto di quella arrossata dall'antocianina. (V. in proposito quanto si è detto al Cap. XIX, Parte III.)

Le nostre osservazioni, che vennero interrotte per la morte delle piante, concordano adunque con quelle del prof. Vöchting il quale nella sua classica monografia sul trapianto, ha saputo mettere in evidenza le singolari leggi della polarità che regolano il processo dell'innesto e rilevare nei pochi casi che ebbi a studiare come negli esempi da lui riportati, la colorazione del soggetto non si trasmette all' innesto [1] nello stesso modo che certe sostanze di riserva non emigrano dall'uno all'altro.

I quali fenomeni hanno avuto la loro spiegazione nei recenti studi dello Strasburger sulle comunicazioni plasmiche intesi a dimostrare che i plasmodesmi del soggetto non si mettono in comunicazione con quelli dell'innesto.

Malgrado questi risultati non si può tuttavia disconoscere che la questione ha ancora molti punti oscuri, poichè il Daniel ed altri sperimentatori sono riusciti a dimostrare che il soggetto può spiegare una certa influenza sull'innesto o viceversa questo agire su quello. Così ad esempio possono avvenire delle modificazioni di natura chimica nel legno dell' innesto (Pero) che lo rendono uguale, o quasi, a quello del soggetto; i succhi velenosi del soggetto possono attraversare le pareti e portarsi all'innesto che uccidono; il sapore dell'innesto può modificarsi assumendo i caratteri che sono proprii del soggetto (*Alliaria* innestata sul cavolo, ecc.), infine l'innesto può regolare la formazione delle riserve nel soggetto.

---

[1] Anche il Daniel riporta un esempio in cui l'antocianina non si è trasmessa da un individuo all'altro del fitodema.

Alle ricerche future è pertanto riserbato il compito di stabilire quali sono i fattori che determinano, a seconda dei casi, risultati così contradditori. Stando però ai dati che possediamo attualmente, si potrebbe ammettere, a nostro parere, che il passaggio, o viceversa l'arresto delle sostanze, dipenda dalla natura delle vie di conduzione che queste seguono per portarsi ai vari tessuti dell'organismo. In altre parole siccome certe sostanze, di natura tossica passano da cellula in cellula attraverso i plasmodesmi (Pfeffer e Strasburger) la mancanza di questi, come si verifica negli innesti, implicherà la mancanza della loro diffusione, mentre all'opposto quelle sostanze che possono liberamente emigrare attraverso la parete cellulare stessa, oppure, grazie alla presenza dei tubi cribrosi, che stando alle osservazioni dello Strasburger sarebbero forniti di plasmodesmi costituiti in modo particolare e riuscirebbero a passare dal soggetto all'inesto o viceversa. Lo stesso dicasi per quei corpi i quali circolano per l'organismo seguendo la via di conduzione fornita dai vasi del legno.

Se non si ammette una moltiplicità ed una diversa costituzione nelle vie di trasporto, non si può spiegare le differenti reazioni che avvengono fra innesto e soggetto per ciò che concerne l'influenza tossica spiegata dall'uno sopra l'altro e la facoltà che presentano i due organismi del fitodema di accumulare le sostanze fornite da uno di essi o viceversa di chiudere a queste la porta d'ingresso.

Una ricerca intesa a stabilire, per le diverse sostanze che sono il prodotto dell'attività cellulare, quanto noi abbiamo cercato di mettere in evidenza per l'antocianina, non mancherebbe di riuscire feconda di risultati per la fisiologia della nutrizione. [1]

---

[1] Per la letteratura dell'argomento si consultino in particolar modo le seguenti opere: Strasburger, *Ueb. Plasmaverbindungen Pflanzlicher Zellen*, in *Pringsheim Jahrbucher*. Bd. 36. — Vöchting, *Ueb. Transplantation d. Pflanzlicherkörper*. 1892. — Strasburger, *Ueb. Verwachstum und deren Folge*, in *Ber. d. deutschr. Bot. Gesellsch.* 1885. — Daniel, *Les conditions de reussite de la Greffe*, in *Rev. Gen. Bot.* 1900. — Id., *Ann. Sc. Nat.* 1899. — Vöchting, *Sitzungsber. d. K. Akad.* Berlin, 1894, Bd. XXXIV.

CAPITOLO XXII.

L'influenza spiegata dalle lesioni sull'antocianina.

Le osservazioni di Rathay, di Lindsbauer e di altri autori hanno dimostrato che se si taglia in talune piante *(Vitis)* il picciuolo fogliare, si verifica l'arrossamento delle foglie e lo stesso risultato si ottiene se si impedisce l'accesso del nutrimento (in largo senso) alle foglie, torcendo il ramo che le porta in modo da rompere la continuità delle vie di conduzione dei materiali plastici e dell'acqua. Gli esperimentatori però si sono fermati a questo punto e non hanno cercato di indagare quale sia la causa intima che provoca l'arrossamento al disopra del taglio e se questo avvenga costantemente: tanto meno poi hanno pensato di studiare l'influenza che spiegano i tagli sull'antocianina già presente in una parte che più tardi normalmente vada soggetta a decolorazione, come si verifica nelle foglie giovani. Ora una tale lacuna non deve rimanere aperta poichè solo dallo studio del problema in tutte le sue manifestazioni si può arrivare ad una interpretazione un po' attendibile del singolare fenomeno.

Noi abbiamo quindi intrapreso una serie di ricerche in questo senso, studiando il processo di formazione e di distruzione dell'antocianina nelle varie parti delle piante allorchè le stesse vengano parzialmente recise, e la nostra attenzione fu rivolta in particolar modo alle foglie giovani antocianiche che più tardi diventano verdi, a quelle che verdi nei primi periodi dell'evoluzione arrossano quando raggiungono la maturità o la senilità, ai fillomi che diventano rossi accidentalmente sotto l'azione dei tagli, ai cauli ed infine ai fiori antocianici.

a) Foglie giovani antocianiche le quali più tardi inverdiscono.

a) ***Anthurium hybridum.*** Se si tagliano tutte le nervature maggiori sopra un lato della foglia, questo rimane più a lungo antocianico della metà opposta tenuta nelle condizioni normali ed inoltre si accresce anche più stentatamente.

Rosa. I tagli trasversali interessanti tutta quanta una metà delle foglie, intralciano la scomparsa del pigmento al di sopra del punto leso. Lo stesso fenomeno si verifica se si praticano i tagli parallelamente alla nervatura mediana procedendo dalla base verso l'apice od in senso

opposto. Solo dopo molti giorni dacchè è avvenuto l'inverdimento della metà normale ha pure luogo lo scoloramento della parte lesa.

Eriodendron orientale. Persiste a lungo l'antocianina sopra il taglio se si incide la nervatura mediana.

Blechnum longifolium. Le foglioline a cui vengono tagliate le nervature tendono a seccare essendo il sistema vascolare troppo poco fornito di anastomosi. Ciò non di meno si può constatare che sotto l'azione del taglio, il pigmento non scompare più all'apice della foglia.

Eugenia Michelii. Le lesioni della nervatura mediana intralciano la scolorazione dell'apice fogliare.

Cephalis sp. Il taglio delle nervature impedisce, temporaneamente, la scomparsa dell'antocianina, per cui la foglia presenta all' apice una macchia rosea di forma triangolare il cui vertice corrisponde al punto leso. Saggiando la foglia coi reattivi del tannino si può constatare che al disopra del taglio questa sostanza è in copia notevole.

Fuchsia. La scolorazione delle foglie avviene normalmente dall'apice verso la base, dove il color rosso persiste molto a lungo (V. Cap. 6° Parte III).

Il taglio della nervatura mediana ritarda alquanto la scomparsa del colore rosso in corrispondenza dell'apice fogliare per cui la foglia così trattata appare rossa all'apice ed alla base, verde nel mezzo.

Crescentia sp. Il taglio della nervatura mediana determina la persistenza del color rosso all'apice delle foglie. La base ingiallisce e poi inverdisce.

Rogiera. Si comporta come le altre specie sopra citate.

Questi esempi sono sufficienti per dimostrare che la lesione della nervatura mediana delle foglie giovani e rosse o l'interruzione della continuità del loro parenchima, ritarda la scomparsa del pigmento nelle parti sovrapposte alla lesione benchè le stesse continuino a vegetare.

Noi dobbiamo conchiudere che il taglio intralcia l'esplicazione di quei processi che conducono alla decolorazione del pigmento.

b) Foglie verdi allo stato giovane, rosse allorchè hanno raggiunta la maturità.

Dioscorea discolor. La foglia diventando adulta assume una colorazione rossa, ma limitatamente alla faccia inferiore. Il cambiamento di colore non si manifesta più all'apice se si tagliano, le nervature mentre la foglia è ancora verde. Perchè l'esperienza riesca bene bisogna

incidere molte nervature ad un tempo, essendo queste ampiamente fra loro anastomizzate.

Acalypha hispida (ed altre specie). La colorazione rossa non si mostra più al disopra del taglio della nervatura mediana, quando questo venga praticato nella foglia ancor verde. Essendo però la foglia abbondantemente provvista di nervature anastomizzate fra loro, rimane verde soltanto quel tratto di parenchima che fiancheggia la nervatura mediana a partire dal punto leso sino all'apice.

Le foglie sulle quali noi abbiamo sperimentato non hanno più accennato ad arrossare all'apice sebbene siano state tenute in osservazione per parecchi mesi.

Croton. Sotto l'azione del taglio praticato sulla nervatura mediana le differenti specie coltivate di questo genere si comportano non sempre in modo uniforme, potendosi verificare che al disopra del taglio abbia luogo un arrossamento più intenso ed anco più precoce od all'opposto, com'è il caso più ordinario, si sviluppi dapprima il pigmento verso la base del lembo. In generale si osserva che le regioni circostanti al taglio sono quelle che tendono ad arrossare più precocemente, poi il colore si diffonde verso la rimanente porzione della base fogliare ed infine compare pure all'apice, mentre, com'è noto, nelle foglie normali, l'arrossamento si distribuisce in modo pressochè uniforme in tutta quanta l'estensione del lembo.

Dai fatti esposti appare manifesto che le foglie le quali arrossano allorchè si avvicinano allo stato adulto, tendono, ad eccezione dell'esempio testè riportato, a rimaner verdi al disopra del taglio.

c) Foglie che arrossano all'autunno.

Saxifraga crassifolia. I tagli delle nervature praticati nell' estate determinano un più precoce arrossamento della regione sovrapposta alla ferita. La regione rossa è per lo più di forma triangolare coll'apice rivolto verso il taglio, la base verso la periferia del lembo. [1]

Cyssus. Una prima serie di esperienze eseguite nel 1901 non potè essere condotta a termine perchè la grandine, caduta in un giorno imprevisto della estate, rovinò le foglie sulle quali eransi praticati i tagli. Però si è osservato che le foglie lese dai chicchi di grandine tende-

[1] Ischimura (On the Anthocyan formation in the leef of *Saxifraga sarmentosa* Bot. Mag. 1902) accenna pure alla presenza del pigmento nelle *Saxifragaceae*, ma essendo il lavoro scritto in giapponese non venne da noi consultato.

vano ad arrossare molto prima di quelle sane e l'arrossamento aveva luogo al di sopra della lesione e limitatamente all'area innervata dai fasci vascolari lesi. Ripetutesi le esperienze nel 1902 si potè riconoscere che l'arrossamento sopra il punto leso avveniva spesso più precocemente che al di sotto. Oltre a ciò per mezzo della fotografia e dai saggi chimici (V. Cap. VII) si è potuto rilevare un maggior accumulo di amido al disopra dei tagli (V. B. 7 e 10 Tav. VIII e 5 e 6 Tav. X). I risultati ottenuti sarebbero pertanto in accordo con quanto abbiamo già segnalato al Cap. XIV, Parte III a proposito delle spalmature col burro di Cacao.

Liquidambar styracifla. Anche qui sotto l'azione della grandine si è verificato il fenomeno che abbiamo osservato nei *Cissus.*

Clusia. Se ritagliano le nervature fogliari, l'antocianina comincia ad apparire attorno alla lesione per diffondersi di poi nel resto della foglia.

Trachelospermum. Gli apici fogliari arrossano più presto della rimanente porzione del lembo se si taglia la nervatura mediana.

Mahonia aquifolium. Nelle foglie situate all'apice dei rami, l'arrossamento autunnale si manifesta più precocemente se si tagliano le nervature. Il fenomeno poi è quasi sempre accompagnato da occlusione dei vasi per mezzo di masse tanniche ciò che a guisa dei tagli vale ad impedire la funzione dell'apparato destinato al trasporto dell'acqua.

Le piante che arrossano all'autunno si comportano adunque diversamente da quelle che subiscono la stessa sorte allorchè passano dallo stato giovane a quello di foglie adulte. Il fenomeno però si manifesta in modo tipico soltanto in quelle piante che non hanno molte nervature fra loro anastomizzate. Lo si può tuttavia produrre anche in quelle fornite di molte nervature quando si abbia cura di tagliare tutte quante le principali o di impedire altrimenti l'arrivo dei liquidi all'apice delle foglie. Infatti nella *Stilliugia setigera,* la cui foglia è ricca di nervature i tagli limitati a poche di queste, rimangono senza effetto, mentre provocano l'arrossamento quando interessino molti fasci vascolari ad un tempo.

L'antocianina che si produce in seguito al taglio occupa per lo più le cellule del palizzata come è di regola per le piante a fogliame autunnale rosso.

d) Fillomi che diventano rossi accidentalmente sotto l'azione dei tagli.

Phytolacca. Questa pianta ci ha offerto un bellissimo esempio di arrossamento fogliare in seguito al taglio delle nervature, oppure alla

rottura incompleta del picciuolo od anche allo schiacciamento del caule. La luce accelera, a quanto pare, notevolmente il fenomeno.

Anthurium. La spata bianca di alcune varietà accenna ad arrossare sui bordi ed in corrispondenza dell'apice allorchè venga tagliata per una certa estensione. La colorazione rossa è poco intensa e non occupa mai una larga estensione. Analoghi fatti vennero segnalati, come si è visto nella II parte del presente lavoro, nei fiori bianchi di *Cyclamen persicum.*

Polygonum Sieboldi. Il taglio produce un più o meno accentuato arrossamento del lembo.

e) Arrossamento dei cauli lesi.

Epiphyllum truncatum. La esportazione di alcuni internodi provoca un arrossamento diffuso in tutta la parte sovrapposta al taglio. Queste piante hanno pure tendenza a colorarsi in rosso anche normalmente sotto l'azione del freddo e di altre cause. Il colore si localizza nel parenchima ed in specie verso i bordi mentre manca nell'epidermide.

Saccharum officinarum (var. rossa). È noto che gli intermedi di questa pianta arrossano per lo più soltanto in quel tratto che viene colpito direttamente dalla radiazione solare, mentre si mantengono verdi chiari in corrispondenza della regione avvolta dalla guaina fogliare. La regione involucrata solo riesce ad impregnarsi di antocianina quando venga spogliata della guaina.

Per esperimentare l'influenza dei tagli sull'arrossamento noi abbiamo esportato la guaina avvolgente la porzione di internodio ancora verde e poscia praticato su questa due incisioni parallele e longitudinali congiunte da un taglio trasversale. I tagli erano diretti in guisa da isolare un lembo o linguetta di tessuto, comprendente l'epidermide e gli strati del parenchima più prossimi a questa, che doveva però restar aderente all'internodio o per l'estremità inferiore o per quella superiore. I lembi avevano perciò forma rettangolare col maggior diametro diretto parallelamente all'asse longitudinale dell'internodio.

L'internodio stato messo a nudo dopo alcuni giorni cominciava ad arrossare ma i lembi che su di esso eransi praticati si comportarono variamente sotto questo punto di vista a seconda della posizione che aveva il loro punto di attacco al caule, poichè quando l'istmo veniva a trovarsi in corrispondenza dell'estremità inferiore della linguetta, questa non accennava ad arrossare o diveniva pallidamente antocianica

solo in vicinanza del punto di attacco, mentre nel caso in cui questo era rivolto verso la parte superiore dell'internodio, l' arrossamento avveniva pressochè nel modo normale per cui si poteva seguire l'avanzarsi della tinta rossa dalla base verso l'estremità del lembo.

L'esame microscopico praticato dopo 2 o 3 giorni, ha permesso di constatare che nella parte superiore o basale del lembo arrossato normalmente quasi tutte le cellule erano piene di antocianina, oppure contenevano una sostanza gialla probabilmente affine a tale pigmento, mentre in maggior vicinanza dell'apice libero del lembo l'antocianina era soltanto più localizzata nelle cellule epidermiche più lunghe od anco mancava per tratti più o meno estesi. Le cellule in via di arrossamento contenevano dei globuli rifrangenti che probabilmente dovevano essere considerati come analoghi al cromogeno di Wigaud.

f) Azione dei tagli sui fiori antocianici.

I tagli praticati nei fiori antocianici non producono modificazioni di sorta per quanto concerne lo sviluppo o la scomparsa dell' antocianina perchè data la struttura delicata di tali organi, l'essiccamento e la morte sono le sole manifestazioni che si hanno come conseguenza della lesione.

Un particolare interesse meritano tuttavia i fiori bleu del *Cichorium intibus*, i quali si aprono al mattino per chiudersi verso il meriggio dopo essersi completamente scolorati, poichè i tagli praticati in tutti i sensi attraverso la corolla non impediscono o ritardano la scomparsa dell'antocianina nelle parti sovrapposte alla ferita. Un tale reperto indica che la decolorazione è un fenomeno locale preludiante alla morte dell'organo, ma noi non abbiamo cercato di stabilire se esso sia dovuto a processi di ossidazione o non piuttosto all'alcalinizzazione come vorrebbe il Molisch. È probabile che i due fattori intervengano in causa, ma intanto è d'uopo far notare che la decolorazione dell'antocianina si verifica nei fiori e nelle foglie più di frequente di quanto a primo aspetto appaia e noi l'abbiamo potuto constatare ad esempio in modo molto evidente nei calici invecchiati di *Salvia splendens*. Oltre a ciò noi possiamo anche ottenerla artificialmente nelle foglie di *Mahonia* (var. rossa), ad. es., ledendo il parenchima fogliare poichè attorno alla ferita ha luogo, dopo un certo tempo, l'imbianchimento del tessuto.

Anche per questi casi non è possibile stabilire quali siano le cause che provocano il fenomeno, tanto più che nella *Mahonia* a foglie verdi i tagli determinano invece la comparsa, attorno al punto leso, del pigmento che si localizza, come al solito, nel palizzata.

Riassumiamo ora i fatti e cerchiamo colla scorta degli stessi di dare una spiegazione dei differenti fenomeni che si sono osservati.

Nelle foglie giovani i tagli intralciano la decomposizione dell'antocianina, nelle foglie che arrossano allo stato adulto le stesse lesioni provocano invece un ritardo nell'arrossamento od anche impediscono la comparsa del pigmento.

Come si possono interpretare fenomeni così in disaccordo fra loro? La risposta ci pare ovvia. Da quanto si è detto a proposito dei fenomeni di ossidazione e di riduzione che avvengono nelle cellule fornite di clorofilla noi sappiamo che la presenza dell'antocianina è collegata da una parte coi processi di ossidazione, dall'altra colla mancanza di attivi fenomeni di riduzione, ciò che spiega come nelle cellule adulte, i cui cloroplasti funzionano normalmente, il pigmento sia destinato presto o tardi a scomparire.

Se noi pertanto lediamo ad una foglia giovane le nervature principali, la nutrizione della parte sarà ostacolata per mancanza di apporto di sostanze plastiche e d'altra parte pel fatto che ben tosto nella stessa i prodotti di assimilazione locale verranno ad accumularsi. Ma queste due cause intralciano lo sviluppo dei cloroplasti e quindi riducono anche ad un minimum la formazione delle sostanze riducenti i quali fenomeni hanno per risultato di lasciar liberamente esplicare i processi di ossidazione dai quali dipende la formazione dell'antocianina. Questa pertanto si forma e persiste non venendo alterata che lentamente da processi di riduzione notevolmente indeboliti.

L'esame microscopico delle parti inverdite dopo di esser state a lungo rosse per l'azione dei tagli, ci attesta che la nostra ipotesi è poggiata sopra basi abbastanza solide inquantochè al disopra dei punti lesi i cloroplasti appaiono molto pallidi (*Laurinee* ed altre piante), indizio che la nutrizione del sistema assimilatore ha grandemente sofferto per l'infarcimento dei granuli d'amido e per la mancanza di nutrimento.

Nelle foglie che sono verdi nei primordi dello sviluppo, rosse più tardi, i tagli impediscono assai spesso la comparsa del pigmento rosso al disopra del punto leso. In questo caso noi non possiamo più ricorrere alle cause sopra accennate per spiegare il fenomeno, ma dobbiamo ammettere che malgrado l'aumento degli idrati di carbonio e la deficenza di sostanze riduttrici, nella parte lesa non possa aver luogo l'arrossamento per la mancanza di qualche sostanza necessaria alla formazione dell'antocianina la quale probabilmente viene portata alla foglia da altre parti. Questo corpo sarebbe probabilmente un enzima (ossidasi).

Ammessa una tale ipotesi che si connette colle nostre vedute sul fenomeno antocianico riesce manifesto che la teoria dell'Overton se-

condo la quale gli zuccheri sono gli agenti formatori dell'antocianina, per quanto geniale, si mostra incompleta poichè malgrado la non dubbia presenza di questi corpi nelle foglie al disopra della lesione (a causa dell'accumulo dell'amido) la formazione del pigmento non ha luogo. Ritenendosi invece che per la produzione dell'antocianina, oltre agli zuccheri ed altre sostanze affini, occorra anche l'intervento di un enzima che può nascere in una parte più o meno discosto dalle foglie cui più tardi viene portato, il singolare fenomeno della mancanza di pigmento all'apice delle foglie lese riesce chiarito, ed in pari tempo forse pure spiegato come nella canna di zucchero il color rosso si formi solo nei lembi di tessuto che hanno il loro gambo di attacco all'internodio rivolto verso la parte superiore di questo.

L'interpretazione male si concilia, a primo aspetto, con quanto avviene nelle foglie autunnali rosse, nelle quali il taglio favorisce la comparsa del pigmento, anzichè ritardarne la sua formazione, in corrispondenza dell'apice fogliare. Ma nelle foglie autunnali noi abbiamo a tener conto di nuovo delle condizioni della clorofilla. Noi sappiamo infatti che questa è nell'autunno in via di dissoluzione o per lo meno ha notevolmente diminuito la sua attività assimilatrice ed in conseguenza anche la sua azione inibitrice sui fenomeni endocellulari di ossidazione a causa di deficenza di quella sostanza riduttrice che nel cloroplasto si formano durante il periodo di maggior attività fotosintetica. Si osserva pertanto di nuovo l'avverarsi di quelle condizioni, che, come si è visto, sono dominanti nelle cellule clorofilliane ed antocianiche delle foglie molto giovani, in guisa che ben si comprende come il taglio possa agevolare ed anticipare la formazione del pigmento perchè esso accelera la comparsa dell'alterazione cui vanno incontro i cloroplasti all'autunno in cellule le quali per avere funzionato a lungo non sono certamente prive di fermenti ossidanti.

Alcuni potrebbero obbiettare che tutti quanti i fenomeni sopra indicati troverebbero parimenti la loro spiegazione qualora si ammettesse semplicemente che l'antocianina venga portata ai tessuti dove più tardi la troviamo e dagli stessi esportata per una specie di lavaggio cui parteciperebbe il sistema vascolare.

A nostro parere, per quanto sia difficilissimo decidere la questione in modo assoluto colla scorta dell'esperimento, una tale interpretazione mostrasi destituita da fondamento, innanzi tutto perchè il fatto stesso che l'antocianina si forma più precocemente dell'ordinario al di sopra dei tagli nelle foglie che arrossano nell'autunno indica che il pigmento per lo più ha un'origine autoctona e non viene portato al luogo in cui si trova, e secondariamente perchè coi tagli si può provocare la com-

parsa del pigmento in parti che normalmente ne sono prive ciò che assolutamente deve escludere l'idea di un trasporto dell'antocianina al sito in cui si trova.

Contro l'ipotesi di un'esportazione, anzichè di una alterazione, in vita, del pigmento la quale si manifesterebbe allorchè l'organo indebolisce, non si possono elevare molte prove e dati, ma però a giudicare da quanto avviene nella *Rosa* in cui non si può osservare una più o meno tardiva scomparsa a seconda che i tagli praticati nel parenchima fogliare vennero diretti dall'apice verso la base o viceversa, od anche interessano il parenchima nel senso trasversale, si può ritenere come certo che si verifichi una distruzione in sito. Se avvenisse invece una esportazione, la direzione dei tagli dovrebbe esercitare un'influenza acceleratrice o viceversa ritardatrice nell'esportazione, poichè la eliminazione dei materiali plastici delle foglie è subordinata alla differente orientazione delle cellule del tessuto verde come dimostrò l'Haberland.

Dai fatti esposti è adunque lecito arguire che l'antocianina si forma e si distrugge nel sito stesso in cui si trova.

Le osservazioni fatte sulle foglie tagliate ci confermano sempre più nell'idea che la formazione del pigmento antocianico sia anche spesso collegata colla presenza di particolari enzimi ossidanti e di fatto le ricerche di Stick (Flora 1891), di Bohm (Bot. Tact. 1887), di Richard (Annals of Botany 1896) hanno dimostrato che attorno ai punti lesi, assai spesso circondati da un alone antocianico (*Armenia*, *Mahonia* ecc. parti infette da funghi, ecc.), la respirazione è più attiva ed i fenomeni di ossidazione devono perciò esser più energici. Ora noi sappiamo che le ossidasi sono largamente rappresentate là dove hanno luogo intensi fenomeni di ossidazione.[1]

Una lacuna rimane tuttavia aperta nelle nostre ricerche ed è quella che concerne la conoscenza dei processi che danno luogo alla formazione dell'antocianina nei fiori bianchi stati tagliati (*Cyclamen persicum*) o negli apparati di adescamento (Spata bianca degli *Anthurium*) o infine nelle foglie delle piante normalmente non antocianiche (*Poligonum*).

Noi lasciamo ad altri il compito di colmarla con ulteriori ricerche conchiudendo semplicemente, in base ai fatti osservati, che la presenza di speciali sostanze (Glucosi, ecc.), di fermenti ossidanti e della luce sia la causa principale per cui l'antocianina si forma nelle piante. Per quanto concerne la luce noi abbiamo già segnalati altrove alcuni fatti che ci fanno tuttavia presumere che la sua presenza non sia sempre assolutamente necessaria (*Tradescantia* ed altre piante).

---

[1] Vedasi a questo proposito anche i lavori di Mayer e Wolkoff, *Landwir. Jahrbuch*, Borodin, *Bot. Jahresber.* 1876.

CONCLUSIONI GENERALI

Uno studio paziente ed accurato del problema antocianico, a riguardo del quale si sono emesse le più disparate ipotesi, — come chiunque può convincersi compulsando l'immane letteratura bibliografica dell'argomento, — ed una disanima spassionata delle altrui osservazioni suffragata da numerosi esperimenti ci hanno condotto a formulare delle conclusioni di un certo interesse a riguardo dell'antocianina, il cui ufficio nella biologia vegetale è senza dubbio di grandissima importanza.

Noi riuniremo qui, in poche linee, i principali risultati delle nostre ricerche:

1.° La presenza dell'antocianina è collegata coll'evoluzione dei vegetali comparendo essa soltanto, in modo certo, nelle forme più evolute.

2.° La differente distribuzione del pigmento negli organi di adescamento, nei tessuti delle foglie a seconda del periodo della loro evoluzione, nei vari tessuti del caule ed in ispecie i rapporti fra la localizzazione dei tessuti collenchimatosi e quella del pigmento, sono altrettanti reperti che indicano come l'antocianina compia differenti uffici nella vita delle piante e come alla sua formazione presieda più di un fattore.

3.° Il problema della costituzione chimica non è stato da noi investigato colla scorta di nuove ricerche, ma non abbiamo tuttavia mancato di rilevare come colle nuove vedute sulla dissociazione elettrolittica si possa interpretare con criteri veramente scientifici il fenomeno dei cambiamenti di colorazione cui va soggetto il pigmento, e l'importanza che un tale fenomeno può avere nella traspirazione.

Oltre a ciò si è indicato un nuovo reattivo (nicotina) atto a svelare la presenza dell'antocianina nei casi un po' incerti.

4.° Dalle osservazioni eseguite sulle cellule antocianiche e su quelle prive di pigmento di uno stesso tessuto noi abbiamo fatto rilevare come spesso la presenza del pigmento implichi anche la modificazione nella forma degli elementi. Oltre a ciò si è pure messo in evidenza che l'antocianina può servire come un'indicatore della evoluzione delle differenti parti della pianta, ed in ispecie delle foglie.

5.° Col sussidio della fotografia si è constatato che la distribuzione dell'amido non sempre è in rapporto colla localizzazione dell'an-

tocianina e la mancanza di una qualsiasi correlazione fra le due sostanze e la portata a conclusioni che mal si accordano colle vedute del Pick nella funzione biologica dell'antocianina.

Per quanto concerne i rapporti del pigmento cogli altri costituenti delle cellule noi ci siamo particolarmente soffermati a studiare la natura delle granulazioni che appaiono in seno alle masse antocianiche sotto l'azione di peculiari reattivi, rilevando come le stesse debbano esser ritenute di varia natura, ed inoltre abbiamo a lungo discussi i rapporti che intercedono tra gli zuccheri e il pigmento, rilevando che è d'uopo ammettere la presenza delle ossidasi per spiegare la trasformazione dei primi nel secondo. Queste nuove vedute hanno servito anche ad illustrare le osservazioni dei nostri predecessori poichè se non si ammette l'intervento dei fermenti ossidanti, il fenomeno delle colorazioni antocianiche localizzate negli ovari degli ibridi, il vario comportamento delle piantine di Poligonum stato osservato dal Batalin, la mancanza di una colorazione antocianina nelle parti sovrastanti ai tagli (esperienze coi tagli delle nervature fogliari) ed altri fenomeni stati rilevati nelle nostre esperienze colla spalmatura delle foglie non sono suscettibili di una spiegazione rigorosa.

6.° Se alle ossidasi è affidato il compito di trasformare certe sostanze nel pigmento antocianico, alle riduttosi è probabilmente devoluto l'ufficio di determinare la scomposizione di quest'ultimo. I fatti segnalati nelle nostre esperienze colle temperature piuttoste elevate fatte agire sulle antocianine, e la spiccata tendenza che mostrano a scomparire le antocianine allorchè si inizia l'attività fotosintetica dei cloroplasti, sono documenti, che attestano come ai processi di riduzione si debba molte volte ascrivere la decomposizione del pigmento antocianico.

7.° Quanto mai variabile si è presentata l'influenza dell'umidità, della nutrizione, della radiazione luminosa sullo sviluppo e sulla scomparsa delle antocianine. Questi risultati poi non si accordano con quelli del Sachs per quanto concerna l'influenza delle radiazioni ultraviolette.

8.° Dai rapporti che l'antocianina contrae cogli stomi si è potuto rilevare l'influenza che questo corpo può esercitare nel meccanismo della traspirazione, mentre da una lunga serie di esperienze eseguite su fiori e foglie sia antocianiche che prive di pigmento allo scopo di analizzare la quantità d'acqua che tali organi contengono siamo giunti alla conclusione che l'antocianina rappresenti piuttosto un elemento moderatore nel fenomeno della traspirazione, anzichè una causa di accelerazione. Particolarmente istruttive furono le ricerche cogli schermi monocromatici perchè col sussidio degli stessi abbiamo potuto assorgere ad una

più minuta disamina del processo traspiratorio in relazione colla influenza spiegata dalle differenti radiazioni.

9.° Le relazioni singolarissime che corrono tra l'antocianina e taluni organismi sono state studiate sotto il duplice punto di vista del parassitismo e della allogamia. Per quanto riguarda il primo quesito è stata posto in sodo che la cellula antocianica reagisce spesso contro l'invasore aumentando il suo potere osmotico, e che ad un tal risultato essa arriva coll'immagazzinamento di sostanze dalle quali deriva in ultima analisi il pigmento antocianico. L'antocianina sarebbe adunque un rivelatore dell'aumentata turgescenza e concorrerebbe a sua volta a intrattenerla. Per ciò che concerne invece la allogamia ed i rapporti tra i fiori e gli insetti, noi pei primi, valendoci delle osservazioni di Saposknikoff, abbiamo cercato di riportare il singolare fenomeno sul terreno fisiologico, stabilendo il principio che l'insorgere delle colorazioni fiorali non è stato punto motivato dall'intervento degli insetti, ma bensì dalle condizioni interne del fiore stesso. In questo l'infarcimento dei prodotti di assimilazione deve aver provocato da una parte la inanizione dapprima e la metamorfosi più tardi dei cloroplasti e dall'altra la comparsa delle colorazioni antocianiche. Avvenuta la trasformazione che ha dato luogo alle colorazioni fiorali queste vennero fissate e rese stabili, grazie l'intervento dei pronubi, i quali però non vanno considerati come gli eccitatori della grandiosa metamorfosi. Ammessa la allogamia come causa primaria della grande evoluzione fiorale si arriva necessariamente a concedere ai fiori ed alle piante non solo l'intelligenza, ma anche la facoltà di cambiare spontaneamente e liberamente le proprie caratteristiche somatiche e la propria costituzione a seconda delle mutabili condizioni esterne, il che a nostro modo di vedere, conduce il biologo a conclusioni veramente paradossali.

10.° Anche il quesito riguardante la filogenesi della antocianina fu oggetto di studio e le nostre ricerche hanno avuto di mira di porre in sodo come l'evoluzione cromatica dei fiori non sia monofiletica, ma bensì polifiletica mal conciliandosi la derivazione dell'antocianina dai pigmenti della serie xantica o viceversa la formazione di questi da quelli.

Giunti al termine del nostro lungo lavoro non possiamo tuttavia dissimularci che molti problemi furono appena sfiorati e che molte questioni hanno avuto una soluzione diremo così indiretta non essendo state suffragate dall'esperimento. Ciò non di meno, malgrado i difetti che può presentare l'opera nostra, osiamo sperare che la stessa abbia concorso a portare un modesto contributo allo studio dei problemi biologici, il quale deve costituire la sintesi e lo scopo finale di tutti gli studi che si riferiscono agli esseri organizzati.

ERRATA-CORRIGE.

		leggi	
Pag. 129 *linea* 16	Le antocianine e la funzione xenogamica	*leggi*	e la funzione allogamica.
„ 137 *linea* 16	Nögeli	„	Naegeli
„ 152 *in nota*	Savare	„	Savane
„ 154 *linea* 1	la soluzione concernente l'antocianina del problema.	„	la soluzione del problema concernente l'antocianina.

INDICE

PARTE I.

PARTE II.

Generalità e storia dell'argomento.

PARTE III.

Osservazioni ed esperimenti.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Tavola VII.

Fig. 1. Foglia di *Canna indica* Antoc. nelle due epidermidi.
„ 2. Foglia di *Stromanthus sanguinea*. Antoc. nella epid. inferiore.
„ 3. *Goodiera repens*. Antoc. nel tessuto lacunoso della foglia.
„ 4. *Pellionia Daveana* (foglia). Antoc. nel parenchima sottostante al tessuto acquifero.
„ 5. *Coccoloba guatemalaiensis* (foglia giovane).
„ 6. *Canna indica* (var. colorata). Stomi con cellule annesse contratte sotto l'azione di una soluzione al 3 °/₀ di KNO3. Gli stomi sono chiusi perchè stati all'oscuro. Le cellule epidermiche antocianiche accennano a contrarre il contenuto sotto l'azione del reattivo.
„ 7. Contrazione intensa delle pareti delle cellule stomatiche sotto l'azione del NO_3K (Soluzione al 3 °/₀). Plasmolisi intensa delle cellule annesse. Cellule epidermiche poco plasmolizzate.
La pianta era rimasta da 10 ore all'oscuro.

N. B. In tutte queste figure le masse oscure contenute nelle cellule rappresentano l'antocianina.

Tavola VIII.

Fig. 1. Foglia di *Amaranthus tricolor* prima del trattamento decolorante.
(Il lato ombreggiato corrisponde alla porzione antocianica, quello chiaro alla parte verde della foglia)
„ 2. La stessa dopo il trattamento colla tintura di jodio.
„ 3. Foglia di *Jresine* prima del trattamento decolorante.
(La parte biancastra corrisponde alla regione antocianica, l'oscura alla verde.)
„ 4. La stessa dopo il trattamento colla tintura di jodio.
„ 5. Foglia di *Tradescantia zebrina*, prima del trattamento decolorante.
(Le regioni biancastre corrispondono alle aree verdi, le oscure o nere ai tratti antocianici od albicati.)
„ 6. La stessa dopo il trattamento colla tintura di jodio.
„ 7. Foglia di *Cyssus* dopo il trattamento colla tintura di jodio.
La regione apicale infarcita d'amido a causa del taglio praticato sulla nervatura mediana (linea nera) ha impressionato meno energicamente la carta sensibile della regione basale più povera d'amido.
„ 8. *Alternanthera* (foglia) dopo il trattamento colla tintura di jodio. La parete bianca corrisponde alla regione verde, quella nera alla regione antocianica.
„ 9. La stessa prima del trattamento.

Fig. 10. Foglie di *Cyssus* cui si era tagliata la nervatura mediana (linea nera).
La regione più amilifera (regione apicale) impressiona poco la carta sensibile (V. fig. 7).
„ 11. *Achyranthes* a foglie verdi.
„ 12. *Achyranthes* a foglie rosse.

Tavola IX.

Fig. 1. *Calatea* (foglia) prima del trattamento decolorante.
Le parti più chiare corrispondono a quelle antocianiche.
„ 2. La stessa dopo il trattamento colla tintura di jodio.
Le parti antocianiche impressionano più fortemente di quelle verdi la carta sensibile.
„ 3. *Acalipha obovata* prima del trattamento decolorante. La zona nera marginale corrisponde alla parte antocianica della foglia.
„ 4. *Acalipha macrophilla* (foglia) prima del trattamento decolorante.
Le parti nere corrispondono alle regioni antocianiche le bianche alle verdi.
„ 5. *Acailpha obovata* (foglia) dopo il trattamento colla tintura di jodio. Le parti nere sono meno ricche di amido (V. fig. 3).
„ 6. *Acalipha macrophilla* dopo il trattamento colla tintura di jodio.
Le parti meno ricche di amido della foglia sono colorate in nero (V. fig. 4).

Tavola X.

Fig. 1. Foglia di *Strobilanthes Dillenii* (foglia) prima del trattamento decolorante
„ 2. La stessa foglia dopo il trattamento colla tintura di jodio. I tratti neri nelle due figure corrispondono alle regioni antocianiche meno ricche in amido.
„ 3. Foglia di *Caladium* prima del trattamento decolorante. Le aree nere corrispondono alle zone antocianiche od albicate.
„ 4. La stessa dopo il trattamento colla tintura di jodio. Le aree nere sono meno ricche in amido.
„ 5. Foglia di *Cypus*, cui si erano tagliate le nervature principali, prima del trattamento antocianico. La porzione apicale più ricca di amido ed antocianina impressiona debolmente la carta sensibile.
„ 6. La stessa dopo il trattamento colla tintura di jodio. La regione basale della foglia povera in amido annera fortemente la carta sensibile.

Tavola XI.

Fig. 1. Piantina di *Polygonum Fagopirum* piegata ad angolo retto in corrispondenza della zona dove scompare l'antocianina.
„ 2. *Marantha roseo lineata*. Struttura della foglia in corrispondenza delle aree antocianiche *a*) regione amilifera.
„ 3. La stessa in corrispondenza delle aree verdi. *e*) zona amilifera.
„ 4. Epidermide della foglia di *Aster sp.*, in corrispondenza della regione antocianica.
„ 5. La stessa in corrispondenza della regione non antocianica.

Tavola XII.

Le regioni antocianiche nelle figure 4-11 sono disegnate con tinta scura.

Fig. 1. Lacinie laterali del perigonio di *Cypripedilum insigne*. Epidermide della regione non antocianica. Ob. 5. oc. 2 Reichert.
„ 2. La stessa. Epidermide della regione antocianica. Ob. 5, oc. 2 Reichert.
„ 3. Caule di *Justicia Ricinaefolia* Raddrizzamento degli internodi in corrispondenza dei cuscinetti antocianici.
„ 4. Corolla di *Azalea* ricoperta di macchie antocianiche nella posizione superiore.
„ 5. Petalo di *Tropaeolum* antocianico in corrispondenza delle unghie e della porzione basale del lembo.
„ 6. Idem. *a*) regione incolora; *b*) regione antocianica.
„ 7. Corolla di *Epacris* antocianica verso la base (*a*) incolore all'apice (*b*).
„ 8. Petali di *Viola* parzialmente colorati dall'antocianina.
„ 9. Corolla di *Primula sp.* bianca nel mezzo antocianica alla periferia.
„ 10. Labello aperto di *Dendrodium Panardi*. L'antocianina è localizzata lungo le nervature maggiori (*b*), la rimanente porzione è bianca (*a*).
„ 11. Foglia di *Ranunculus repens* cosparsa di macchie antocianiche.

Tavola XIII.

Fig. 1. Sezione traversale di una foglia di *Eucalyptus globulus*. L'antocianina è localizzata nel collembrima (Da Briosi).
„ 2. Epidermide della foglia di *Tradescantia discolor*. Pagina inferiore fornita di stomi e di antocianina.
„ 3. Brattea di *Begonia* con stomi in formazione colorati dall'antocianina.
„ 4. Epidermide della pagina superiore della foglia di *Tradescantia discolor*. Regione priva di stomi e di antocianina.
„ 5. Epidermide arrossata del margine fogliare della *Tradescantia discolor*. Cellule antocianiche e stomi.

Tavola XIV.

Fig. 1. Spettro della clorofilla e dell'antocianina.
a) Spettro della antocianina del fiore di *Azalea indica*.
b) Spettro della Clorofilla. Soluzione concentrata ottenuta dalle foglie di *Allium Ursinum* (Dal Sachse Die Chemie und Physiol. et Leipzig, 1877).
„ 2. Epidermide della foglia di *Pelargonium* in corrispondenza della zona antocianica.
„ 3. La stessa in corrispondenza della regione verde.
„ 4. La stessa in corrispondenza dell'orlo albicato.
„ 5. Sezione traversale della foglia di *Coleus*. Pagina superiore della foglia in corrispondenza delle aree verdi. Epidermide a cellule piatte (V. fig. 8 e 9).

Fig. 6. Epidermide della pagina superiore della foglia di *Coleus*, staccata dalle regioni antocianiche (V. pag. 8 e 9).
„ 7. Epidermide della corolla di *Jasminum sp.*; *a)* cellule piccole non antocianiche; *b)* cellule grandi antocianiche.
„ 8. Sezione traversale della foglia di *Coleus*. Regione antocianica a cellule epidermiche papillose (V. fig. 5 e 6).
„ 9. Epidermide delle regioni antocianiche del lembo fogliare di *Coleus* (V. pag. 5 e 6).
„ 10. Epidermide fogliare di *Centradenia floribunda*. Modificazioni di forma che subiscono le cellule stomatiche, quelle annesse e le epidermiche sotto l'azione della plasmolisi con 6 % di KNO_3.
La linea punteggiata (*b*) corrisponde allo stato plasmolizzato, quella piena (*a*) allo stato di turgescenza.
„ 11. Epidermide della porzione basale e mediana della foglia di *Cobaea scandens* (Regione non antocianica).
„ 12. Regione antocianica dei bordi fogliari della *Cobaea scandens*. Cellule epidermiche.
„ 13. Epidermide della regione non antocianica delle foglie di *Justicia Ricinaefolia*.
„ 14. Epidermide della regione antocianica della stessa foglia.

Tavola XV.

Diagrammi indicanti l'andamento dell'evaporizzazione delle parti antocianiche e di quelle prive del pigmento.

La linea nera segna l'andamento della evaporizzazione nelle parti non antocianiche presupposta la stessa invariata. La linea spezzata rossa segna l'andamento della evaporizzazione delle parti antocianiche rispetto a quelle che non lo sono.

La linea punteggiata indica la perdita di peso dalle parti antocianiche rispettivamente a quelle che non lo sono per le quali si è supposto invariabile il peso e quindi coincidente colla linea nera.

Nel diagramma (N. 61) la linea rossa segue l'andamento della evaporizzazione delle parti sottoposte all'azione dei vapori di cloroformio.

Fig. 1. *Salvia Janthina* (Esper. N. 61).
„ 2. *Rosa* (Esper. N. 47).
„ 3. *Salvia Horminum* (Esper. N. 21).
„ 4. *Canna indica* (Esper. N. 10)
„ 5. id. (Esper. N. 58).
„ 6. *Salvia Splendens* (Esper. N. 56).
„ 7. id. (Esper. N. 51).
„ 8. *Euphorbia sanguinea* (Esper. N. 57).
„ 9. *Camellia japonica* (Esper. N. 40).
„ 10. *Lactuca sativa* (Esper. N. 43).
„ 11. *Tulipa* (Esper. N. 33).
„ 12. *Achyranthes* (Esper. N. 2).

ISTITUTO BOTANICO DELLA R. UNIVERSITÀ DI PAVIA
E
LABORATORIO CRITTOGAMICO ITALIANO
DIRETTI
da GIOVANNI BRIOSI.

LE VOLATICHE E L'ATROFIA DEI FRUTTI DEL FICO

NOTA DI
RODOLFO FARNETI
Assistente al Laboratorio Crittogamico dell'Università di Pavia

Negli orti di Pavia, i frutti del Fico vanno soggetti a due alterazioni patologiche *(atrofia* e *volatiche)* che fino ad ora non sono state descritte, e che nell'estate scorsa hanno preso un notevole sviluppo e recato danni non indifferenti.

Atrofia.

La più grave di queste alterazioni, per i danni che reca, consiste nell'*atrofia parziale* o *totale* del ricettacolo fiorale (frutto). A Pavia, questa malattia sembra colpire di preferenza il *Fico vezzoso* o *Fico dattero*; però anche il *Fico san Piero* o *Fico nero* non ne va esente.

Caratteri esterni. — La malattia compare sul frutto generalmente quando questo è ancora giovane, ma qualche volta attacca anche i frutti quasi adulti.

Nell'uno e nell'altro caso, la parte colpita dal male impallidisce e s'atrofizza ed il frutto, quando la parte sana continua a svilupparsi ed a crescere, assume una forma asimmetrica tanto più spiccata quanto più da giovane esso è stato colpito (Tav. XVI, fig. 1-5). La deformazione varia anche per l'ampiezza dell'area atrofizzata e per la posizione che questa area occupa (Tav. XVI, fig. 1-2; fig. 4-5).

Quando il male attacca il frutto da un lato, quivi, coll'andar del tempo, si forma dapprima una depressione, poscia un'insenatura più o meno profonda, a seconda dello sviluppo che raggiunge la parte sana del ricettacolo, dopo che il fico fu colpito dal male (Tav. XVI, fig. 1, 3, 5). Se il frutto viene invece attaccato nella parte superiore, più o

meno vicino all'occhio, la depressione o non appare o resta sempre poco sensibile, ma la parte sana continuando a svilupparsi, forma una specie di gobba (Tav. XVI, fig. 2, 4).

Se i frutti vengono colpiti simultaneamente in più parti, *l'atrofia diventa generale* e questi cadono ben presto senza deformarsi.

La caduta dei frutti si verifica anche quando vengono attaccati da una parte sola, ma ciò non avviene d'ordinario che quando il male ha colpito i frutticini giovanissimi o quando l'attacco è stato assai forte e profondo.

Causa. — Praticando nel ricettacolo una sezione trasversale in corrispondenza dell'area ammalata, si vede il parenchima ed i fiori avvizziti in tutto lo spicchio che corrisponde all'intera parte atrofizzata (Tav. XVI, fig. 6, 7). Esaminando una sezione al microscopio, praticata nel parenchima ammalato d'un frutto immaturo, si vede che le cellule sono morte senza che in esse si scorga nessun parassita e senza che nel parenchima si sia formato nessun strato protettore di sughero. Se invece si esamina al microscopio una sezione tratta da un frutto ammalato pervenuto a maturazione, malgrado la parziale atrofia, si vede tutto il parenchima ammalato percorso da un micelio jalino, ramoso, indistintamente settato, ripieno di protoplasma finamente granuloso, che penetra fra le cellule ed anche nell'interno di esse (Tav. XVI, fig. 18), emettendo di tratto in tratto brevi rami clavati (Tav. XVI, fig. 15 e 18). Volendo ricercare la causa della malattia è necessario evidentemente seguire lo sviluppo del processo patologico fino dal suo inizio. Se tosto che si manifestano i primi sintomi d'impallidamento o d'atrofia, si fa una sezione tangenziale e superficiale in corrispondenza dell'area nella quale si cominciano a verificare segni di alterazione, si osservano fissate sull'epidermide una o più spore clavate, clatrato-muriformi, in via di germinazione, fissate alla buccia del frutto (Tav. XVI, fig. 8).

Le spore germinando emettono uno o più budelli micelici che hanno origine in altrettante cellule della spora stessa e che strisciano alla superficie della buccia. Questo micelio è jalino, indistintamente settato, ripieno di plasma granuloso e non penetra nel parenchima sottostante che allorquando il frutto è giunto quasi a maturazione.

Tosto che incomincia il processo di germinazione della spora che aderisce alla superficie del frutto, il protoplasma delle cellule dell'epidermide e dell'ipoderma sottostante, comincia a dar segni di evidente alterazione, poscia muore, le cellule si prosciugano ed il parenchima avvizzisce.

È evidente che il micelio non può penetrare attraverso l'epidermide per la resistenza meccanica che questa gli oppone. Esso possiede bensì una sostanza tossica capace di diffondersi attraverso le membrane

cellulari, che altera ed uccide il protoplasma, ma non segrega, almeno a sufficienza, fermenti diastasici *(cellulasa)* capaci di intaccare la cellulosa, come avviene in molti funghi parassiti; imperocchè è soltanto quando il processo di maturazione ha diminuito la resistenza della buccia, che il micelio penetra nel parenchima del frutto e l'invade in ogni senso. Poco dopo compare all'esterno una muffa nerastra, che porta conidi affatto simili a quelli che si osservano in via di germinazione alla superficie della buccia ed in corrispondenza al punto dove cominciano a manifestarsi i primi segni d'atrofia.

Questa muffa è costituita da piccoli cespugli di conidiofori bruni, settati, vacuolati nell'interno, alquanto flessuosi, rotondati all'apice, inseriti sopra gangli cellulosi (Tav. XVI, fig. 17 e 24). All'apice di questi conidiofori s'inseriscono conidii variabili di forma e dimensioni (Tav. XVII, fig. 9-23), obclavati, clatrato-muriformi, fuligginei, con rostro più o meno lungo, all'estremità del quale si forma un secondo conidio. Il secondo conidio si forma generalmente per ingrossamento dell'apice del rostro e quando il conidio sottostante ha già raggiunto le dimensioni e la forma definitiva (Tav. XVI, fig. 11, 12, 14, 16, 23). Alle volte però i conidii si formano quasi simultaneamente; vale a dire il conidio apicale si forma prima che il conidio sottostante si sia segmentato ed abbia raggiunto le dimensioni e la forma ordinaria (Tav. XVI, fig. 22).

Questo fungo appartiene evidentemente al genere *Alternaria* e s'avvicina per le dimensioni dei conidii all'*Alternaria Brassicae*, ma i suoi conidiofori sono alquanto più lunghi, molto più sottili e con 2 a 3 setti. Per i conidiofori (2-3 settati) si avvicinerebbe all'*Alternaria tenuis*, ma ha i conidii lunghi quasi il doppio. Tanto poi nell'*Alternaria Brassicae* che nell'*Alternaria tenuis*, stando alle descrizioni e alle figure che ne danno gli autori e ad alcune mie osservazioni sopra materiale d'erbario, i conidiofori non s'inseriscono sopra un ganglo celluloso; questo sembra quindi caratteristico dell'*Alternaria* del fico.

Se i caratteri morfologici si debbono ritenere sufficienti per giudicare autonome le specie del genere *Alternaria*, anche la forma che cresce sui frutti del Fico producendovi l'atrofia, si dovrebbe tenere distinta. I caratteri differenziali dell'*Alternaria* del fico e delle due specie più affini sarebbero i seguenti:

	CONIDIOFORI			CONIDII
Alternaria Fici . .	$41 \times 4 \frac{1}{2}\ \mu$	2-3 settati	inseriti sopra ganglio cell.	$46-70 \times 12-14 \frac{1}{2}$
Alternaria Brassicæ	$32-36 \times 7-8\ \mu$	non settati	senza ganglio	$60-80 \times 14-18\ \mu$
Alternaria tenuis .	—	2-3 settati	„ „	$30-36 \times 14-15\ \mu$

L'*Alternaria* dei frutti del Fico, allo stato attuale delle nostre conoscenze sopra le specie che compongono questo genere di funghi imperfetti, devesi dunque tenere distinta. La sua diagnosi differenziale è la seguente:

Alternaria Fici, n. sp.

Hyphis brevibus, tenuibus (41 × 4 $^1/_2$ μ), *fasciculatis, simplicibus, 2-3 septatis, bruneis; caespitulis in ganglia cellulosa varie insertis; conidiis lageniformibus, bruneis, subcatenulatis, polymorphis, septato-muriformibus, rostratis,* 46-70 × 12 — 14 $^1/_2$ μ. Hab. *in fructibus vivis Fici Caricae.*

Volatiche.

Questa alterazione, quantunque comune sui frutti del fico, non presenta molta gravità, imperocchè si limita a deturparne semplicemente l'aspetto senza impedirne la maturazione o provocarne la caduta. La chiamo *volatica* per la grande rassomiglianza che ha con l'aspetto esterno della nota ed omonima malattia della pelle umana. Essa produce sopra la buccia dei fichi immaturi, delle chiazze più o meno ampie, di forma irregolarissima ed a contorni più o meno sinuosi, squamose e di color bruno (Tav. XVI, fig. 27, 28 e 31). Queste chiazze, che spesso si allargano e confluiscono fra loro, sono dovute alla morte e disquamazione dell'epidermide e di alcuni strati sottostanti dell'ipoderma.

Causa. — Si può vedere la causa e l'origine di questa alterazione, praticando una sezione radiale nel frutto in corrispondenza di dette chiazze, perchè è facile accertarsi come esse siano prodotte dallo sviluppo di un fungo che si comporta come saprofita o come parassita quasi superficiale, esercitando però un'azione tossica non solo sull'epidermide ma anche nelle cellule degli strati più esterni dell'ipoderma. Sotto l'azione di questo fungo il protoplasma cellulare si altera profondamente, imbrunisce, si raggruma e muore; così pure imbrunisce la parete cellulare.

Nell'ipoderma sottostante l'infezione viene arrestata per la formazione d'una zona sugherosa.

La squamazione della buccia si spiega facilmente. Le parti sane del frutto, che circondano le volatiche, continuando a crescere, determinano lo screpolarsi del tessuto morto, che non può distendersi. Si hanno così tante piccole squamette che finiscono per sollevarsi e distaccarsi per l'elasticità del tessuto sugheroso sottostante che le spinge in alto (Tavola XVI, fig. 29).

Il fungo che è causa di questa malattia è una specie di *Cladosporium* che vive alla superficie della buccia, conficcando il suo micelio negli strati superficiali ed insinuandolo nelle screpolature.

I conidiofori di questo *Cladosporium* sono sparsi o riuniti in numero di due a tre sopra gangli cellulosi fuliginei. Essi sono generalmente genicolati od ascendenti, raramente retti, non ramificati, settati, ristretti in corrispondenza dei setti, bruni, di $35 - 80 \times 4\,{}^1/_2\,\mu$ e portano uno o due conidi apicali sovrapposti, unisettati o continui, d'un bruno pallido, di $10 \times 4\,\mu$. Per quanto è noto fino ad ora non era mai stata osservata alcuna specie di *Cladosporium* sui frutti del fico nè sopra altri organi di questa pianta.

Se paragoniamo il *Cladosporium* del fico con le altre specie carpogene, è evidente che per i suoi caratteri non può ascriversi a nessuna di queste. Deve quindi costituire una nuova specie che io chiamerò *Cladosporium sicophilum* e che si può descrivere colle seguenti frasi diagnostiche:

Cladosporium sicophilum, n. sp.

Caespitulis solitariis, sparsis, minutis, inaequalibus, bruneis; hyphis geniculatis, vel assurgentibus, simplicibus, septatis, ad septa costrictis, bruneis in acervulum torulosum aggregatis, $35 - 80 \times 4\,{}^1/_2\,\mu$ diam.; conidiis acrogenis, oblongis, uniseptatis, dilute fuscescentibus, diaphanis, $5 - 10 \times 4\,\mu$ diam.

Hab. in fructibus vivis Fici Caricæ.

Laboratorio Crittogamico dell'Università di Pavia, Aprile 1903.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XVI.

Fig. 1. — Giovane fico con atrofia ventrale.
„ 2. — „ „ atrofizzato nella parte superiore.
„ 3. — Fico quasi maturo con atrofia ventrale.
„ 4. — Fico quasi maturo atrofizzato nella parte superiore.
„ 5. — Fico maturo con atrofia ventrale.
„ 6 e 7. — Sezioni trasversali di fichi affetti da atrofia.
„ 8. — Porzione di epidermide di fico vista di fronte con conidii germinanti di *Alternaria Fici* aderenti alla superficie.
„ 9. — Conidio di *Alternaria Fici* in via di formazione.
„ 10 e 21. — Vecchio conidio di *Alternaria Fici* colle cellule ringonfiate e rotondeggianti trasformantesi in un ganglio toruloso.
„ 11 a 14, 16, 19, 20, 23. — Diverse forme di conidii di *Alternaria Fici*.
„ 15 e 18. — Ramo miceliali clavati, ialini, a plasma finamente granuloso della polpa interna dei frutti malati.
„ 17. — Cespuglietto di *Alternaria Fici* inserito sopra ganglio toruloide.
„ 22. — Catenella di giovani conidi di *Alternaria Fici* formatasi in modo diverso da quelle rappresentate nelle figure 11, 12, 14, 16, 23.
„ 24. — Cespuglietto di conidiofori di *Alternaria Fici* dopo che i conidi sono caduti.
„ 25 e 32. — Cespuglietto di *Cladosporium sicophilum*, inseriti sopra gangli toruloidi.
„ 26 e 30. — Conidii di *Cladosporium sicophilum*.
„ 27, 28, 31. — Fichi immaturi con volatiche.
„ 29. — Sezione radiale di un frutto di fico in corrispondenza di una volatica.

PARTE SECONDA.

RASSEGNE E RELAZIONI.

Rassegna crittogamica per il primo semestre del 1902. — Relazione del prof. Giov. Briosi, direttore del Laboratorio crittogamico italiano di Pavia, a S. E. il ministro d'Agric., Industria e Comm.

Durante questi primi sei mesi dell'anno il numero complessivo degli esami di malattie di piante fatti da questa R. Stazione sorpassa il migliaio.

Trattasi, come è naturale, in gran parte di malattie conosciute, parecchie per altro sono rare o poco note, ed alcune nuove.

Un nuovo parassita fu trovato sopra orchidee esotiche malate mandateci da Parigi, il quale fu designato col nome di *Uredo aurantiaca* n. sp. dal dott. Luigi Montemartini che ebbe a studiarlo nel nostro Laboratorio e ne fece oggetto di una particolare pubblicazione negli *Atti* di questo Istituto (vol. VIII); altra nuova malattia fu riscontrata sopra le salvie, scoperta e descritta dall'assistente signor Rodolfo Farneti che la trovò prodotta da una *Botrytis*, la *B. Hormini*, nuovo parassita che vive non solo sulle Salvie ma a quanto pare sopra molte altre piante; questa malattia fu pure oggetto di un'estesa memoria che si sta pubblicando nei nostri *Atti*.

Altro morbo nuovo si rinvenne sopra una estesa piantagione di Vaniglia la *Vanilla planifolia*, che fu quasi distrutta; di questo studio pure saranno quanto prima resi pubblici i risultati insieme alla diagnosi del nuovo micete che la infetta.

Malattie della vite. [1]

In Sicilia col nome di *Roncet* si distingue una malattia che da pochi anni si è sviluppata sopra viti americane. Lo Scrivente fu incaricato di ispezionare i vivai governativi di Milazzo, Siracusa, Noto, Vittoria e Palermo. Trattasi di un male che, a quanto sembra, ci pervenne dalla Francia importato colle viti ritenute resistenti alla Fillossera introdotte per studio e diffusione. In apposita relazione già stata pubblicata, vennero descritti i caratteri del morbo e suggerite le precauzioni

[1] Come è naturale, in questa rassegna non si fa cenno per evitare continue ripetizioni dei rimedi consigliati ai privati, fatta eccezione di qualcuno di particolare importanza.

che debbonsi avere per limitarne i danni. La malattia è tutt'ora oggetto di studio; essa si manifesta nella parte aerea della pianta, di rado scende alla radice, ed è di tale natura che l'azione sua si ripercuote su tutta la pianta, che deforma. Accorcia infatti fortemente gli internodi; assotiglia i rami; rimpiccolisce le foglie delle quali spesso altera il lembo in modo da renderne, almeno per alcuni vitigni, difficile la determinazione. La malattia ritarda inoltre nella primavera il germogliamento delle gemme, rallenta lo sviluppo dei tralci e provoca una grande produzione di femminelle.

Nessun vitigno americano pare ne vada esente, però i più attaccati sono la *Rupestris du Lot;* la *Rupestris Martin* 3306 e 3310; la *Riparia* × *Rupestris* 3309, ecc.

Da parecchi si sostiene che il male non si estende alle viti nostrane innestate sui vitigni americani infetti, ma è credenza infida e tutt'ora contrastata, onde sarà bene di non trascurare le precauzioni consigliate nella ricostituzione dei nuovi vigneti e non impiegare legno ammalato.

Chi scrive venne, nel maggio scorso, mandato anche ad ispezionare i vivai dell'Elba ove trovò che quivi pure il *Roncet* incomincia a manifestarsi insieme ad un altro malanno che ha molta rassomiglianza col così detto *Male della California.*

***

Fra i morbi che in questo primo semestre hanno destato in alcuni luoghi grave preoccupazione, va citata anche la *Dematophora necatrix* Hartg, causa della malattia della vite nota col nome di *Marciume bianco delle radici,* il quale si è molto diffuso in qualche plaga; a Monteleone noi trovammo 600 e piu viti in un solo podere attaccate da tale malanno.

Anche nei dintorni di Stradella in vigneti del signor conte Arnaboldi, ed alla Versa in vigne del signor Giuseppe Mazza, si trovarono ceppi colpiti da diverse malattie ad un tempo, che li intristiscono ed uccidono. Erano affette da marciume alle radici e da una speciale forma di *mal nero* che tutt'ora è oggetto di studio.

Il marciume delle radici è una malattia che pur troppo non si può combattere direttamente, non è possibile salvar le piante i cui tessuti sono invasi dalla *Dematophora;* si può solo impedire la propagazione del male e prevenirlo.

Esso si manifesta specialmente nei terreni umidi ove ristagna l'acqua, onde se in questi si vogliono coltivare viti bisogna ricorrere al drenaggio del terreno, ed ove il male si sia di già sviluppato fa duopo sradicare i ceppi infetti ed i circonvicini ed abbruciarli. Nel ter-

reno infetto non bisogna ripiantare viti per qualche anno, ma coltivarvi dei cereali che dalla *Dematophora* non vengono attaccati. È bene altresì non aspettare a togliere i ceppi malati quando essi siano morenti, perchè specialmente sopra i morenti si sviluppano in gran numero le fruttificazioni del parassita le quali diffondono rapidamente il male.

***

Le frequentissime piogge e quindi l'eccezionale umidità che ha dominato nella primavera, ha disturbato di molto le irrorazioni coi sali di rame, di conseguenza in molti luoghi si sono avute forti invasioni di peronospora, specie quella forma detta *alessamento del grappolo,* tanto dannosa. Noi abbiamo visitato delle vigne ove quasi tutti i giovani grappoletti erano stati bruciati via, e non ne era rimasta la decima parte. Questa Stazione non si è mai stancata di raccomandare ai viticultori di non risparmiare i grappoli, specie nelle prime irrorazioni, ma, pur troppo essi vengono spesso trascurati per imperizia od altro, ed allora il raccolto resta fortemente decimato.

***

Estese plaghe della nostra regione viticola sono inoltre danneggiate, e gravemente, dall'invasione sempre più crescente della tignola dell'uva, tanto che da molti proprietari si calcola, in media almeno, di perdere il terzo del raccolto. Non sono quindi mai abbastanza lodati tutti gli sforzi che si fanno per combatterla.

Noi abbiamo più volte parlato del metodo Mazza di Stradella e dei buoni risultati con esso ottenuti. Ora dobbiamo aggiungere che nel giugno scorso abbiamo assistito ad esperienze fatte a Broni con un nuovo insetticida del signor ingegnere Saglio.

Consiste questo in una pasta che si scioglie facilmente in acqua nella proporzione del 3 %, dose nella quale viene impiegata. Non vi ha dubbio che esso si mostra molto energico, poichè i bruchi muoiono rapidamente, anche quelli più difesi e nascosti nei racimoli e groviglioli; peraltro solo l'applicazione su vasta scala potrà dimostrare se esso sia veramente efficace anche nella grande coltura.

Entra nella composizione di questa pasta (tutt'ora un segreto dell'inventore) anche del solfato di rame, così le irrorazioni con tale soluzione riescono pure efficaci contro la peronospora dei grappoli.

Elenco riassuntivo degli esami fatti di malattie della vite.

Peronospora [*Plasmopora viticola* (Berck et Curt.) Berlese et De Toni] sopra foglie e grappoli; materiale inviatoci da San Colombano, Stradella, Versa, Groppello Cairoli, Miradolo, ecc. Esami . N. 100

Crittogama comune (*Oidium Tuckeri* Berck) da Groppello, Pavia, ecc. . . . . „ 10

Antracnosi (*Gloeosporium ampelophagum* Sacc.) su campioni inviatici dal direttore della Cattedra ambulante d'agricoltura della Sabina, dal Comizio agrario di Sondrio e dal sig. Calvi Giuseppe di Groppello Cairoli, ecc. . . . . „ 20

Roncet. Materiale pervenuto dalla Sicilia ed in parte dall'Isola d'Elba (morto e disinfettato). . . . . „ 10

Mal Nero. Sopra viti a Miradolo (Capitano Robecchi), a Stradella (sig. Mazza), a Rovescala (sig. Montalti), Groppello Cairoli (sig. Calvi), ecc. . . . . „ 50

Marciume bianco delle radici (*Dematophora necatrix* Hartg.) da Monteleone (sig. conte Bolognini ed altri), da Como (prof. Forti, direttore della Cattedra ambulante), da Rimini (dal direttore della Cattedra ambulante di Rimini), da Stradella, ecc. . . . . „ 100

Clorosi, da Miradolo (In vigne di proprietà dell'avvocato Robecchi), Stradella (ingegnere Saglio), Groppello Cairoli (signor Calvi), ecc. . . . . „ 20

Erinosi (*Phytoptus vitis* Land.). Da S. Colombano (ingegnere Cattaneo), da Pavia (sig. Farneti), da Barbianello signor Cazzani, ecc. . . . . „ 10

Tignuola dell'uva. Da Groppello Cairoli (signor Calvi), da Stradella (sig. Mazza), da Broni (ing. Saglio), da Barbianello (Cazzani), da Pavia (Farneti), da Novara (Comizio agrario). „ 90

Colpo di sole. Sopra foglie di viti, da Pavia, Miradolo, ecc. . „ 10

Orobanche. Rizomi di *Lathraea squamaria* viventi parassiti sopra radici di viti (Scuola Pratica d'Agric. di Caluso) . . . . „ 5

Aureobasidium vitis Vialà et Boyer. Sopra foglie di viti da Udine (Associazione agraria Friulana), ecc. . . . . . . „ 10

Colatura. Su grappoli da Groppello, Miradolo, Stradella, Pavia (Cattedra ambulante d'agricoltura), ecc. . . . . „ 25

Malattie incerte. Sopra foglie da S. Michele (Austria), da Rimini (sig. Ceccarelli), sopra tralci a Pavia (prof. Fracchia), ecc. „ 15

Totale esami N. 475

Malattie dei cereali.

La ruggine dei grani che tanti danni ha arrecato nella nostra provincia negli anni scorsi, in questo invece pochi ne ha prodotto. Tale risultato lo si deve forse, oltre che alla stagione contraria, anche alle continue e ripetute istruzioni che si danno da vari anni ai molti agricoltori che a noi si rivolgono per combattere tale malanno; grazie alle cure profilattiche e alla selezione delle sementi fatte con diligenza. In altre regioni d'Italia sembra invece che la ruggine abbia arrecato molti guai; il professore Samoggia di Reggio Emilia ci inviò molti campioni di frumento affetti da ruggine e ci informò che ivi detto parassita si era assai diffuso specialmente nella varietà Cologna e nel Rieti riprodotti. Notava pure che non si scorgeva differenza nella diffusione della malattia fra terreni sciolti e forti; fra terre asciutte ed umide; fra frumenti concimati e non concimati.

*
* *

In molti campi a frumento nella nostra provincia si ebbe in quest'anno forte diffusione di *carie*, malattia che da qualche anno pareva quasi scomparsa dalla regione.

Elenco degli esami fatti di malattie dei cereali.

Ruggine del frumento (*Puccinia graminis* Pers.), da Sant'Angelo all'Eseo (sig. Michele Troiani), da Reggio Emilia (prof. Samoggia), da Trovamala, Monteleone, Inverno, da Udine (professor Bonomi), ecc. Esami . . . . N. 50

Id. id. [*Puccinia glumarum* (Schm.), Eriks. et Hemm.], da Aquila (Cattedra ambulante d'agricoltura), ecc. . . . . „ 10

Ophiobolus graminis Sacc., da Reggio Emilia (prof. Samoggia) . „ 5

Carie del frumento [*Tilletia Tritici* (Bejerk), Wint], da Miradolo, Santa Cristina e Monteleone . . . . „ 10

Septoria graminum Desm. Sopra piantine di frumento inviateci da Novara (Comizio agrario), ecc. . . . . „ 5

Malattia incerta. Foglie di riso vennero mandate a questo Laboratorio per esame dal prof. Monnera direttore della *Central Agricultural Experiment Station,* di Nishigahara (Giappone), ma nelle poche foglie inviate non si potè scoprire la causa della malattia. . . . . „ 5

Totale esami N. 85

Malattie del gelso.

Da alcuni anni, come ebbi altra volta a notare, una malattia grave danneggia fortemente la produzione della foglia dei gelsi che decima; mentre minaccia anche la vita delle piante che intristisce e talora uccide. Questa malattia fin dal 1892 noi la abbiamo designata col nome di *Avvizzimento dei germogli del gelso*, poichè come è noto si manifesta nei giovani germogli non appena hanno raggiunto pochi centimetri di lunghezza, li avvizzisce e dissecca.

In quest'anno il male ebbe una forte recrudescenza, tanto che non era cosa difficile nella nostra provincia vedere degli interi filari colpiti ed alcune piante morte. Lo scrivente, insieme all'assistente signor Rodolfo Farneti già da tempo sta studiando tale grave malanno e questi studi hanno rivelato che la causa del male, che per l'addietro si riteneva dovuta all'azione di agenti meteorici, è di natura parassitaria.

I risultati di queste ricerche sono stati in parte già pubblicati[1] e quanto prima il lavoro vedrà la luce per intero.

***

Sopra altro gravissimo malanno del gelso, la *Diaspis Pentagona*, sento il dovere di richiamare l'attenzione affinchè si prendano provvedimenti atti a frenarlo, almeno per quanto è possibile.

Il personale di questo Laboratorio anche in questo semestre nelle sue ispezioni in campagna ha insegnato praticamente come si debba combattere questo dannosissimo insetto. E' chiaro però che se alcuni solamente lo combattono ed i più invece non se ne curano, avremo ben presto tutta la regione infetta. Vi è invero una legge che obbliga gli agricoltori ad impiegare ogni mezzo per distruggere tale parassita, ma chi la osserva?

Se non saranno presi energici e pronti provvedimenti la bachicoltura della nostra regione non tarderà ad essere seriamente compromessa e le perdite si calcoleranno a milioni di lire.

Riassunto degli esami fatti delle malattie del gelso.

Diaspis pentagona Targ. Furono inviati rami così attaccati dalla cascina Malpaga di Zerbolò (fratelli Marangoni), dalla cascina Novello del

[1] Briosi e Farneti, *Intorno all'avvizzimento dei germogli dei gelsi.* Nota preliminare, in *Atti dell'Istituto botanico di Pavia*, vol. VII. 1901.

Travacò (sig. Anelli), da Cava Manara, ove si è rapidamente diffusa, ecc. Esami . . . . N. 50

Avvizzimento dei germogli (*Fusarium lateritium* Nees.). Furono inviati rami con questa malattia da Forlì (Istituto agrario Umberto I), da Reggio Emilia (prof. Samoggia), poi si riscontrò a Casteggio, Albaredo-Arnaboldi, Belgioioso, Casatisma, Comairano, Miradolo, San Colombano, Zinasco, Inverno, Casteggio, Stradella, ecc. . . . . „ 190

Fersa sopra foglie, dal prof. Samoggia di Reggio Emilia . . „ 3

Totale esami N. 243

Malattie delle piante da frutto, ornamentali, industriali, forestali, da orto e da foraggio.

Di tali piante durante questo primo semestre pochi furono i campioni mandati con gravi malattie, fatta eccezione dei peschi. La *Diaspis* infatti ha attaccato in molti luoghi queste piante da frutto in modo da impensierire; così nella Liguria dove fa danni fortissimi.

Per questa *Diaspis* identica a quella del gelso valgono gli stessi metodi di cura. La *Diaspis*, si noti, oltre al gelso ed al pesco attacca molte altre piante, per esempio: le rose, il lauro, l'evonimo giapponese l'uva spina, il fagiuolo, le zucche, l'ortica, il salice, la robinia, la quercia, ecc., ecc.; quindi tali piante pure devono tenersi continuamente in osservazione, per essere curate o distrutte nel caso d'infezione.

Riassunto degli esami.

a) Malattie degli alberi da frutto.

Cocciniglia del pesco. (*Diaspis pentagona* Targ.), sopra peschi da Loano (sig. Pollacci), sopra peschi da Settimo Pavese (sig. L. Cozzi), ecc. Esami . . . . N. 26

Cotonello. (*Schizoneura lanigera* Haus.), sopra meli a Miradolo (cap. Robecchi), a Settimo Pavese (sig. Cozzi), a Pavia (orti della città), a Monteleone, ecc. . . . . „ 24

Lebbra del pesco. [*Exoascus deformans* (Berk), Fuck], sopra peschi da Frascati (Roma), Reggio Emilia (prof. Samoggia), San Giuseppe (Pavia), ecc. . . . . „ 10

Erinosi del pero. (*Phytoptus Pyri* Land.), sopra foglie di pero inviate da Novara (prof. Patrioli) . . . . „ 5

Clasterosporium amygdalearum (Pass.) Sacc. sopra mandorli . N. 3

Ticchiolatura del pero. [*Fusicladium pirinum* (Lib.) Fuck.] sopra peri da Reggio Emilia (prof. Samoggia) e da Lucca (prof. A. Matteucci), da Novara (Comizio agrario), ecc. . „ 6

Crittogama del pero (*Oidium leucoconium* Desm.), sopra foglie di pero inviate da Reggio Emilia (prof. Samoggia) . . . „ 5

Coryneum Beyerinckii Oud. sopra rami di pesco da Grumello del Monte (prof. Tamaro, dirett. della Scuola d'agricoltura) „ 3

Peronospora Fragariae Roze et Cornu. Questo parassita aveva attaccato un estesissimo fragolaio di circa 2 ettari d'estensione, dimezzandone il raccolto a Castagnara presso Voghera (sig. Giacomo Rosso) . . . . „ 5

Aecidium Grossulariae Schum., sopra foglie di *Ribes* da Meaux (Francia) (sig. P. Dumée). . . . . „ 5

Gommosi del pesco, sopra rami di pesco da Grumello del Monte (Scuola d'agricoltura) e abbondante negli orti di Pavia . „ 10

Mitilapsis citricola Pack., sopra foglie e rami di arancio mandati da Loano (prof. Marchese) . . . . „ 3

Marciume dei frutti (*Monilia fructigena* Pers.), sopra mele in orti di Pavia . . . . „ 5

Malattia indeterminata sopra mele inviateci da Groppello Cairoli (sig. Calvi) . . . . „ 8

Malattia incerta sopra frutti di pesco mandatici dal sig. Calvi (Groppello Cairoli) tuttora oggetto di studio . . . . . „ 10

Totale esami N. 128

b) Malattie di piante ornamentali.

Macrosporium Violae Pollacci, sopra foglie di viole dalla Scuola superiore d'agricoltura di Milano. Esami . . . . N. 4

Sphaerotheca pannosa (Wallr.) Lev., sopra foglie di evonimo mandate da Firenze (prof. Baroni). . . . . „ 2

Heterosporium echinulatum (Berk.) Cook, sopra foglie di garofano da Torino (prof. Voglino) . . . . „ 3

Phyllosticta Violae Desm., sopra foglie di viola nell' orto botanico di Pavia. . . . . „ 3

Ramularia lactea (Desm.) Sacc., sopra foglie di viole in orti di Pavia . . . . „ 8

Meliola Camelliae (Catt.) Sacc., sopra foglie di camellia nell'orto botanico di Pavia ed in altri . . . . „ 3

PESTALOZZIA GUEPINI Desm., sopra foglie di camellia in orti di Pavia . . . . N. 5

SPHAEROTHECA PANNOSA (Wallr.) Lev. sopra rose da Lugo (Comizio agrario) . . . . „ 3

ASCOCHYTA BUXINA Sacc., sopra foglie di Buxus da Porto Ferraio . „ 5

OVULARIA PRIMULANA Karst., sopra foglie di Primula da Meaux (P. Dumée) . . . . „ 1

PERONOSPORA ARBORESCENS (Berk.) De Bary, sopra foglie di papavero inviate dal sig. Dumée P. da Meaux . . . . . „ 2

CERCOSPORELLA PRIMULAE Allesch. dal sig. Dumée da Meaux (Francia). „ 1

SEPTORIA SCILLAE West., sopra foglie di *Muscari comosum* da Meaux (P. Dumée) . . . . „ 1

ASCOCHYTA MYRTICOLA Maire et Sacc., sopra foglie di *Myrtus* raccolte ad Ajaccio (Corsica) e mandate dal sig. Dumée di Meaux (Francia) . . . . „ 1

Totale esami N. 42

c) Malattie di alcune piante industriali e forestali.

ERYSIPHE LAMPROCARPA (Wallr.) Lev. *Nicotianae* Comes, sopra foglie di tabacco mandate da Portici dal prof. Comes. Esami . . N. 1

OIDIUM TABACCI Thüm, su foglie di tabacco mandate da Portici (prof. Comes) . . . . „ 1

GYMNOSPORANGIUM CLAVARIAEFORME (Jacq.) Rees (forma teleutosporica), sopra rami di ginepro mandati da Colico (rag. Andreani) „ 12

GALLE DEL FRASSINO (ERIOPHYES FRAXINI Karp.), sopra rami di *Fraxinus Ornus* mandati da Piacenza (giornale *Italia agricola*) „ 3

GLOEOSPORIUM NERVISEQUUM (Fuck.) Sacc., sopra foglie di platano da Rovigo (Cattedra ambulante d'agricoltura) . . . . . „ 5

MELAMPSORA FARINOSA (Pers.) Schröt., sopra foglie di salice nei dintorni di Pavia (sig. Turconi). . . . . „ 3

PHYLLOSTICTA DAMMARAE, Pollacci, sopra foglie di *Dammara*. Orto botanico di Pisa (prof. Arcangeli) . . . . „ 2

Totale esami N. 27

d) Malattie di piante da ortaggio.

PHYLLOSTICTA BRASSICAE (Curr.) West., sopra foglie di *Brassica* da Meaux (sig. Dumée). Esami . . . . N. 2

SCLEROTINIA LIBERTIANA Fuck., sopra fave da Reggio Emilia (prof. Samoggia) . . . . N. 8
PHYTOPHTORA INFESTANS (Mont.) De Bary, sopra piantine di pomodoro da Sestri Levante (Agenzia Durazzo Pallavicini) . „ 8
ASCOCHYTA PISI Lib., sopra foglie di pisello da Rovigo (prof. Munerati, direttore della Cattedra ambulante d'agricoltura „ 3
UROMYCES FABAE (Pers.) De Bary, a Campospinoso. . . . . „ 4
MALATTIA INDETERMINATA, sopra ceci a Miradolo (sig. Robecchi) „ 5
ID. ID., sopra foglie di zucche e cocomeri da Groppello Cairoli (sig. Calvi) . . . . „ 5
ANGUILLULE ED ACARI, sopra bulbi di cipolle da Reggio Emilia (prof. Samoggia) . . . . „ 5

Totale esami N. 40

e) Malattie di piante da foraggio.

SCLEROTINIA LIBERTIANA Fuck., sopra piantine di Sulla *(Hedisarum coronarium)* da Rimini (Cattedra ambulante d'agricoltura. Esami N. 3
PSEUDOPEZIZA MEDICAGINIS (Lib.) Sacc., sopra piante di erba medica nella Versa (Stradella) e dintorni di Pavia . . . . „ 5
PUCCINIA RUBIGOVERA (DC.) Winter., sopra piantine di *Bromus* alla Versa (Stradella) . . . . „ 2
USTILAGO BROMIVORA Fisch. de Wald., sopra foglie di *Bromus* alla Versa (Stradella) . . . . „ 3
FUSICLADIUM SORGHI Pass., sopra piante di *Sorghum* nei pressi di Santa Cristina . . . . „ 2
ANGUILLULE (*Heterodera radicicola* Greeff.), sopra radici di trifoglio da Bergamo (sig. Previtali) . . . . „ 3

Totale esami N. 18

Malattie di piante diverse.

ENTYLOMA RANUNCULI (Bon.) Schroet., sopra foglie di *Ranunculus Ficaria* a Pavia. Esami . . . . N. 3
UROMYCES PISI (Pers.) De Bary., *(forma ecid.)* sopra piantine di *Euphorbia Cyparissias* da Meaux (Francia) sig. Dumée . . „ 3
CLADOSPORIUM HERBARUM (Pers.) Link., sopra *Euphorbia Cyparissias* dal sig. Dumée di Meaux (Francia) . . . . . . „ 2
SEPTORIA CONII Syd. sopra foglie di *Conium maculatum* dal

sig. Dumée di Meaux . . . . N. 2

Cercospora Bellynckii (West.) Sacc., su foglie di *Asclepias Vincetoxicum* da Meaux (sig. Dumée) . . . . „ 2

Septoria Caricis Pass., su foglie di *Carex strigosa* da Meaux (sig. P. Dumée) . . . . „ 2

Puccinia Phragmitis (Schum.) Koern., sopra foglie di *Phragmites* da Meaux (sig. P. Dumée). . . . . „ 1

Indeterminate . . . . „ 6

Totale esami N. 21

Ricerche ed informazioni varie.

Determinazione di piante. Piante raccolte nel golfo del Siam (Asia) mandate dal capitano sig. Cecconi, comandante la r. nave *Stromboli;* determinazione di Orchidee mandate da Casteggio e d'altre fanerogame. Esami. . . . . N. 60

Crittogame della Liguria (per studio da pubblicarsi). . „ 120

Totale esami N. 180

Informazioni varie: sulla coltura della quercia da sughero al prof. Falchi; sul come distruggere i bruchi dei meli al sig. Aldo Zaina di Ferrara.

* * *

Frequentarono il Laboratorio crittogamico durante questo semestre:

1° Il sig. dott. Luigi Montemartini, libero docente di botanica all'Università e deputato al Parlamento.

2° Il sig. dott. Luigi Buscalioni, libero docente di botanica all'Università.

3° Il sig. dott. Gino Pollacci, conservatore all'Orto botanico.

4° La signora dottoressa Giuditta Mariani di Sondrio.

5° La signora dottoressa Ermelinda Mauri di Cantù.

6° Il sig. dott. Angelo Magnaghi, assistente volontario.

7° Il sig. dott. Emilio Cazzani di Pavia.

Rassegna crittogamica per il secondo semestre dell'anno 1902. — Relazione del prof. Giov. Briosi, direttore del Laboratorio crittogamico italiano in Pavia, a S. E. il ministro d'Agric., Industria e Commercio.

Le richieste di studi ed esami che si rivolgono al nostro Laboratorio aumentano sempre ed in forte misura. Se da una parte ciò conforta perchè indica come nel pubblico dei coltivatori altamente si valutino ed apprezzino ora queste ricerche, dall'altra accrescono oltremodo il lavoro ed il compito dello scarso personale addetto all'Istituto stesso.

Superano il migliaio gli esami di malattie di piante eseguiti in questo secondo semestre, e toccano le 2000 nell'anno.

Anche a ricerche originali, sopra parecchie malattie nuove o poco note, accudì pure in questo semestre il personale del Laboratorio. Di alcune anzi si sono di già pubblicati una parte dei risultati ottenuti, e non appena compiuti i lavori in corso, si pubblicheranno i lavori definitivi.

Una malattia che attacca i frutti del Fico fu riscontrata nell'autunno scorso ed attualmente essa è oggetto di studio dell'assistente signor Farneti.

Sopra grappoli di uva mandatici da Tortona e da Ivrea fu trovato una speciale e nuova forma di marciume che verrà presto descritta.

Il dottor Gino Pollacci, in collaborazione col signor Farneti Rodolfo, attende allo studio di un interessante zoocecidio della vite e lo scrivente, insieme al signor Farneti, accudisce a ricerche intorno ad una malattia della *Vanilla planifolia* e di altre orchidee.

Oggetto di una nota preliminare [1] pubblicata nel volume VII degli *Atti* del nostro Istituto, fu lo studio fatto dallo scrivente, in collaborazione coll'assistente Farneti, di una grave malattia che deturpa i frutti di Limoni, nota col nome di *Ruggine bianca*; malanno che da due anni compromette in alcune contrade della Sicilia il prodotto di questa importantissima pianta.

Le ricerche sull'avvizzimento dei germogli del gelso, delle quali si pubblicarono i primi resultati in una nota preliminare [2] volgono

[1] Briosi e Farneti, *Sopra una grave malattia che deturpa i frutti del limone in Sicilia.*

[2] Briosi e Farneti, *Intorno all'avvizzimento dei germogli dei gelsi.* Nota preliminare, in *Atti dell'Istituto botanico di Pavia*, vol. VII, 1901.

ora al termine; onde il lavoro definitivo verrà dato alla luce non appena saranno terminate le tavole illustrative che lo accompagnano.

Le risultanze di altre ricerche, pure eseguite dagli stessi autori intorno a strane produzioni fungine che sviluppansi sulla vite, formarono l'oggetto di una memoria corredata di tavole [1] pubblicata nel volume VII degli stessi *Atti*.

Malattie della vite.

Mercè le diligenti irrorazioni a base di sale di rame fatte dai nostri viticoltori ed in grazia della stagione, in quest'anno asciutto, l'invasione della peronospora non ha arrecato gravi danni alle viti della nostra regione. Impensierisce invece l'invasione della fillossera che si diffonde nei nostri vigneti, fino a poco tempo fa immuni. Il personale del nostro Laboratorio, nelle gite fatte a scopo scientifico nell'autunno scorso, scoprì e dovette segnalare tre nuovi centri di infezione posti in località, pur troppo! eminentemente viticole.

In questi vigneti filloressati, oltre alla forma *radicicola*, fu trovato abbondante la *gallicola* in viti americane.

*
* *

In un'estesa plaga di vigneti su quel di Alessandria presso San Salvatore, si sviluppò nell'anno scorso una grave malattia. Visitate più volte le località infette si potè accertare che il danno prodotto era veramente rilevante, tale da impensierire. A parecchie migliaia ammontavano le viti per essa intristite e private del frutto, a non poco le morenti e le morte. Le viti dei vitigni attaccati divengono gialle e rimangono piccole, poichè i tralci, più o meno clorotici e pallidi, poco si sviluppano. Molte e rachitiche femminelle invece producono, le quali danno al ceppo un aspetto di sterile cespuglio.

Un primo esame escluse che le viti fossero prese dalla fillossera, come a tutta prima poteva sembrare, e stabilì invece che esse erano intristite da una forma di *clorosi* per la prima volta comparsa in Italia, almeno in tale grado da attirare l'attenzione.

Questo malanno si presenta con caratteri molto simili di quello che dai francesi viene descritto sotto il nome di *Cottis*.

---

[1] Briosi e Farneti, *Intorno ad un nuovo tipo di licheni a tallo conidifero che vivono sulla vite, finora ritenuti per funghi*, in *Atti dell'Istituto botanico di Pavia*, vol. VIII.

Nella prossima primavera noi ritorneremo a visitare i vigneti per continuare le ricerche, tanto intorno alla natura del male, quanto all'efficacia di parecchi rimedi di già consigliati a diversi viticoltori del luogo.

Un'altra grave malattia ha fatto la sua prima comparsa nelle viti dell'Alta Italia, il *Roncet*. Ci vennero inviate viti ammalate dall'egregio professore Tamaro, direttore della Scuola pratica di agraria di Grumello del Monte (Bergamo), che trovammo affette da *Roncet*.

I vitigni attaccati appartenevano alla varietà *Rupestris du Lot*, una delle più sensibili a tale morbo. Già in altre relazioni pubblicammo i caratteri distintivi della malattia e le cautele che si devono avere per circoscriverne i danni. Ritorniamo a raccomandare sopra tutto di accertarsi scrupolosamente che i vigneti od i vivai, ai quali si chieggono talee o barbatelle, siano affatto immuni da tale morbo.

Elenco riassuntivo degli esami fatti di malattie della vite.[1]

PERONOSPORA [*Plasmopora viticola* (Berck et Curt.) Berlese et De Toni]. Sopra grappoli inviatici dal prof. Frizzati, direttore della Cattedra ambulante di agricoltura di Rimini. Esami . . . . . . N. 10

MARCIUME DEI GRAPPOLI. Uva attaccata da una *Monilia*, da Asti „ 5

SUBEROSI. Sopra uva da Rimini (prof. Frizzati) e da Grumello del Monte (sig. Alfredo Basi) . . . . „ 10

COLATURA. In grappoli di uva da Milano (prof. Marchese del *Corriere del Villaggio*) . . . . „ 2

SCOTTATURA. Sopra grappoli di uva inviati dal direttore della Cattedra ambulante di Poggio Mirteto . . . . „ 5

CANCRO. Tronchi di viti affette da *cancro* mandate da Terranuova Pausania (Sassari) a mezzo del *Corriere del Villaggio* (prof. Marchese) . . . . „ 5

RONCET. Sopra piante di *Rupestris du Lot* da Grumello del Monte (prof. Tamaro, direttore di quella Scuola d'agric.) „ 6

PHYLLOSTICTA VITICOLA Sacc. Sopra foglie di vite inviateci dal direttore della Cattedra ambulante di agricolt. di Padova. „ 3

CLOROSI. Moltissime piante da San Salvatore (Alessandria) . . „ 40

FILLOSSERA (*Phylloxera vastatrix* Planchon) forma gallicola e radicicola. Sopra foglie e radici di vite a San Colombano sul

[1] Per evitare inutili e troppo frequenti ripetizioni non si riportano sempre su questi elenchi di malattie i consigli, le indicazioni ed i rimedi che vennero suggeriti di volta in volta a chi ne mandò il materiale per studio.

Lambro, in territorio detto *Campagna* ed a Miradolo. Radici di viti provenienti da Chiavenna attaccate da fillossera ci furono pure inviate dalla Deputazione provinciale di Sondrio N. 50

TIGNUOLA DELL'UVA (*Cochylis ambiguella* Hühn.). Sopra grappoli mandati in esame dal prof. Albanese dell'Università di Pavia „ 3

ROSSORE O TETRANICO (*Tetranichus telarius* Linn.). Sopra foglie di vite sulle quali aveva prodotto arrossamento, raccolte nel territorio di Parella e mandateci dalla Scuola d'agricoltura di Caluso (Torino). . . . . „ 3

MALATTIE INCERTE. Sopra foglie; da Butrio in piano (Udine), da Piacenza (Direzione dell'*Italia Agricola*) e da Milano (Direzione del *Corriere del Villaggio*), ecc., ecc. . . . . . „ 25

Totale esami N. 167

Malattie dei cereali.

Pochi furono in questo semestre i campioni di frumento affetti da *ruggine* pervenuti per esame a questo Laboratorio; invece da diverse parti del Regno ed anche dall'estero ce ne furono inviati molti infetti dalla *Tilletia Tritici* (Bejerk.) Wintr. che produce la malattia conosciuta dagli agricoltori col nome di *carie* o *golpe*, *buffone* o *carbonella* del frumento. I chicchi affetti da tale morbo si conoscono facilmente anche all'aspetto esterno perchè si arrotondano e si rigonfiano, di più racchiudono una polvere nera che esala un odore fetido caratteristico, simile a quello del pesce guasto.

Per combattere la diffusione di tale parassita, raccomandammo di tenere la semente in un bagno di soluzione di solfato di rame, al massimo al 2 per cento, lasciandovela dalle 12 alle 16 ore, poi di asciugare il frumento con opportuni rivolgimenti e seminarlo subito. Raccomandammo altresì di non impiegare come lettiera la paglia proveniente dai campi infetti onde non inquinare il letame.

La trascuranza di queste precauzioni ha fatto sì che ora questa malattia in molti luoghi ha preso un forte sviluppo.

Elenco degli esami delle malattie dei cereali.

RUGGINE DEL FRUMENTO [*Puccinia glumarum* (Schum.) Eriks et Hemm.]. In foglie di frumento mandate dalla Cattedra ambulante d'agricoltura di Pavia. Esami . . . . N. 2

CARIE DEL FRUMENTO [*Tilletia Tritici* (Bejerk) Wint.], ci furono

mandati diversi campioni di frumento attaccati da tale malattia dalla direzione del Comizio agrario di Savona, dalla *Comission de parasitologia agricola* del Mexico, da Miradolo (Pavia), da Casteggio, da Loano (Genova), ecc., ecc. . . N. 50

NEBBIA DEI CEREALI (*Oidium monilioides* Link.). Sopra foglie di frumento raccolte a San Pellegrino (Bergamo) . . . . . „ 8

NERO DEI CEREALI [*Cladosporium herbarum* (Pers.) Link.] Da Milano (sig. Marchese) sopra foglie di frumento . . . . . „ 4

BIANCHELLA O GENTILUOMO. Sopra piantine di riso mandateci dal direttore del *Corriere del Villaggio* di Milano; sopra spighe inviate dalla Cattedra ambulante d'agricoltura della provincia di Pavia, ecc. . . . . „ 15

PHYLLOSTICTA SP. Da Civenna e paesi vicini, sopra foglie di grano saraceno . . . . „ 15

MELATA. Su foglie di frumento inviate dalla *Comission de parasitologia agricola* del Mexico . . . . „ 6

ANGUILLULE. In piante di frumento inviateci da Rovigo dal prof. O. Munerati . . . . „ 2

Totale esami N. 102

Malattie prodotte da parassiti vegetali nella canapa.

Numerose sono le malattie crittogamiche a cui va soggetta questa utilissima pianta colturale e parecchi sono stati gli agricoltori che si rivolsero a questo Istituto per imparare a distinguerle ed a conoscerne i rimedi per combatterle; onde questo breve riassunto.

Di queste malattie ve ne sono che attaccano esclusivamente le foglie, alcune solo lo stelo, ed altre sono proprie delle radici.

MALATTIE DELLE FOGLIE. *Nebbia delle foglie.* — Sulle foglie attaccate da questo male si formano delle numerose macchiette rotondeggianti, bianchiccie o giallo-ocracee, nel centro delle quali si osservano dei piccoli corpicciuoli rotondi, neri, che sono i corpi fruttiferi della *Septoria cannabis* Sacc. Anche la *Phyllosticta cannabis* Speg. è causa di un'infezione che va pure sotto il nome di *Nebbia della canapa*, poichè tanto si assomiglia alla precedente che, solo un attento esame al microscopio, può distinguerla.

In pratica tanto l'uno quanto l'altro parassita non è molto temibile perchè attacca le foglie generalmente quando gli steli sono già bene sviluppati.

Peronospora della canapa. È dovuta al parassitismo di un micromicete, la *Peronospora cannabina* Otth. che fu osservata in Svizzera ed ora si è diffusa anche nel Ferrarese. Le foglie delle piante infette, specialmente le giovani, presentano macchie giallastre, di forma e grandezza varia. Le foglioline attaccate si incurvano per il contrariato sviluppo della parte ammalata, mentre cresce normalmente la porzione sana. Sul dorso delle foglie infette, specialmente negli angoli delle nervature del fungo, si notano numerosi ciuffetti grigiastri formati dai rami fruttiferi.

Non sono stati finora proposti metodi di cura contro tale malattia, ma tutto fa credere, data la natura del fungo, che sarebbero utilissime le irrorazioni colla poltiglia bordolese, praticata nello stesso modo e nella stessa proporzione usata per combattere la peronospora della vite, delle patate, dei pomidori, ecc.

Malattie dello stelo. *Tigna* o *Cancro della Canapa*. — È fra le più gravi della canapa; forti danni ha talvolta prodotto anche da noi, nel Ferrarese ed altrove. Come nota il dottor Carlo Neppi, essa fu avvertita sin dal 1858 dal Botter, quindi circa quattro anni prima che il Tichomiroff la scoprisse in Russia. È causata dalla *Sclerotinia Kaufmanniana* Tich.; lo stelo ove è attaccato si scolora leggermente, si avvalla e da ultimo produce delle chiazze bianco giallastre. Sopra tali macchie e nell'interno lungo il midollo dello stelo, specie se la stagione corre umida, si formano spesso degli sclerozi piccoli e neri. Il tiglio in corrispondenza ad esse diventa fragile e facilmente separabile dallo stelo. Le piante che sono di solito colpite al piede, e raramente più sopra, avvizziscono e seccano.

Cure speciali e dirette non si conoscono: per difendersene, unico mezzo è quello di non coltivare per qualche tempo la canapa nei campi infetti.

E siccome le carote, le fave, i fagiuoli ed altre piante sono attaccate da un'altra *Sclerotinia*, la *S. Libertiana* Fuck. molto simile, anzi secondo alcuni micologi, identica, così bisogna escludere anche la coltivazione di tali piante. Se trattasi di terreni molto umidi sono consigliabili i lavori di drenaggio, i canali di scolo, ecc., onde prosciugarli; e quando il male è limitato si può cercare di soffocarlo collo sterilizzare per mezzo del fuoco le porzioni di terreno infetto.

Nebbia del fusto. (*Dendrophoma Marconii* Cavara). — Questo fungo produce sullo stelo della canapa delle chiazze di color grigio-scuro lunghe nel senso dell'asse da 5 a 15 mm., e larghe da 2 a 8, cosparse di numerosi punticini neri. È una malattia assai comune, ma fortunatamente essa si manifesta, per lo più nell'ultimo periodo di vegetazione, quindi raramente produce danni gravi. È però dimostrato che tale mi-

cete diminuisce la resistenza delle fibre tessili, quindi è da consigliarsi di anticipare, per quanto è possibile, il taglio della canapa a fine di impedire che il parassita abbia tempo di completare il proprio sviluppo e moltiplicarsi.

Bacteriosi. — Sullo stelo della canapa si formano delle lesioni simili a quelle causate dalla grandine o dai venti forti. In tali lesioni venne dal Macchiati trovato e descritto un bacterio che egli ritiene causa di tale male, onde il nome di *bacteriosi.* Tale morbo sarebbe non infrequente nel Ferrarese, nel Bolognese e nel Polesine; i danni che produce non sono rilevanti; e mezzi di difesa non si conoscono.

Ruggine. — Un'uredinea, la *Melanospora Cannabis* Bhr. è la causa della così detta *ruggine* che attacca lo stelo invadendo col suo micelio le fibre tessili, così da riuscire anche più dannosa della *Sclerotinia* causa del *Cancro.* Si svilupperebbe al piede degli steli già maturi e pronti pel taglio, e benchè più che da vero parassita sembra si comporti come un saprofita, pure tornerà utile impedire il più possibile il contatto degli steli ammalati recisi, tanto fra loro che col suolo, a fine di porre il maggiore ostacolo possibile alla sua diffusione; quindi procedere alla macerazione in modo sollecito.

Marciume. — Questa malattia è quasi esclusiva dell'Ungheria; da noi non fu per anco avvertita, almeno per quanto io sappia.

Si sviluppa sullo stelo ove produce zone circolari pallide, specie di tante fascie bianche che vedonsi anche da lontano. È molto dannosa perchè determina il marciume della parte dello stelo sottostante alla fascia infetta. La malattia è dovuta al parassitismo della *Botrytis infestans* (Hazs.) Sacc.

Cuscuta. — Anche una fanerogama parassita attacca i giovani steli della canapa e fortemente li danneggia.

È la *Cuscuta europaea* L, pianticella priva di foglie, dallo stelo filiforme, che si avvinchia attorno ai teneri fusticini della canapa, entro il cui corpo infiltra speciali e strane radici (gli *austori*) che ne succhiano le sostanze nutritizie e li intristiscono ed uccidono. Questa fanerogama essendo priva di cloroplasti, cioè degli organi che trasformano gli elementi minerali del biossido del carbonio dell'aria e quelli dell'acqua in sostanza organica, non può elaborare le sostanze necessarie alla vita onde si appropria quelle di già formate dalle piante sulle quali parassiticamente vive, quali la canapa, il trifoglio, l'erba medica ed altri.

Primo rimedio contro di essa è l'impiego di semente non infetta; e quando il male si è manifestato, il meglio a farsi è distruggere accuratamente le piante attaccate prima che la cuscuta maturi i propri semi; avvertendo di levare anche le radici, perchè ora è provato che le no-

dosità della cuscuta che formansi nell'interno dei tessuti delle piante ospiti vi rimangono vivi sino al nuovo anno, come fossero dei bulbilli. Del resto anche i trattamenti con cenere e più ancora quelli con solfato di ferro al 2 °/₀ sono efficacissimi; tanto che in Francia furono resi obbligatori per legge (legge Mèline).

Malattie delle radici. — *Orobanca*, *Succiamele*, *fiorone*. — L'*Orobanche ramosa* è una fanerogama la quale vive parassita sulle radici di molte piante, comprese quelle della canapa. Ha stelo ramoso giallo-pallido che raggiunge e sorpassa i 20 cm. di altezza e produce fiori azzurri e bianchi in spiga. I suoi semi sono piccolissimi e conservano la facoltà germinativa per molti anni. Quando arrivano in contatto con le radici della canapa (trasportativi per lo più dalle acque) germinano, e vi si fissano per mezzo di minute e numerose radichette le quali ne succhiano i principi nutritizi, a spese dei quali il parassita si sviluppa, sino a produrre le caratteristiche infiorescenze a torrione che veggonsi ai piedi delle piante di canapa infetta. Il danno è talvolta gravissimo, ed ogni pianta di Orobanche produce una grandissima quantità di minutissimi semi che facilitano la sua diffusione.

Per difendersi torna utile, prima di tutto, l'impiego di semente immune; di poi, non riseminare per qualche anno la canapa nei campi infetti. Preferire per la semina le varietà selezionate come molto resistenti a tale parassita; tra queste, la così detta *canapa di Carmagnola*, in grazia forse alla consistenza fibrosa delle sue radici, è una delle più apprezzate.

Anche i sali di sodio ed il cloruro di potassio sembra riescano a combattere questo parassita, onde si consiglia l'impiego di concimi chimici che contengano tali sostanze.

Malattie di altre piante industriali.

Diaspis pentagona Targ. In abbondanza sopra i gelsi in vicinanza di Cava Manara, Pavia, Belgioioso, Santa Cristina, Monteleone, Bissone pavese, ecc. Si consigliano sempre i noti rimedi, che però vengono spesso trascurati e così il male rapidamente si diffonde. Esami . . . . N. 70

Uromyces Genistae (Pers.) Fuck. Su foglie di *Avorniello* a Civenna (Como) . . . . „ 8

Ovularia obliqua (Cke) Oud. Sopra foglie di *Rumex acetosella* nei dintorni di Pavia . . . . „ 3

Rogna o tubercolosi dell'olivo [*Bacillus oleae* (Arcang.) Trev.]. Sopra rami di olivo inviati da Mondolfo per mezzo della direzione del *Corriere del Villaggio* . . . . N. 5

Avvizzimento dei germogli. Numerose piante di gelso affette da questa malattia nei dintorni di Pavia, Cava Manara, C. Carbonara, Belgioioso, Santa Cristina, Vigarolo, Miradolo, Carpignano, Groppello Cairoli, Casatisma, Albaredo Arnaboldi, Campospinoso, ecc. . . . . „ 100

Sclerotina Libertiana Fuck. Sopra radici di barbabietole, coltivate a Remedello ed inviateci dalla Colonia agricola bresciana . . . . „ 5

Licheni. Il prof. Samoggia mandò dei rami di *Abies pectinata* e di *Picea excelsa* le cui foglie venivano uccise per lo sviluppo abbondante sopra di esse di un lichene tutt'ora oggetto di studio . . . . „ 17

Uromyces Terebinthi (DC.) Wint. Sopra foglie di *Pistacia Terebinthus* spedite dal sig. Dumée da Meaux (Francia) . . „ 4

Malattie indeterminate. Sopra gelsi del comune di Casatisma, Casteggio, ecc. . . . . „ 7

— Sopra radici di barbabietole danneggiate da insetti, mandate dalla Cattedra ambulante di agricoltura di Venezia e da quella di Mantova . . . . „ 9

— Sopra rami di ulivo danneggiati da insetti, mandatici dal sig. Bianchi Giuseppe di Lucca. . . . . „ 3

Totale esami N. 301

Malattie delle piante ornamentali, da frutto, da orto e da foraggio.

Della *ruggine bianca* che attacca i limoni della Sicilia e di alcune parti della Liguria ho già parlato. Una infezione di molto rilievo si ebbe a Castagnera, presso Voghera, prodotta dalla *Peronospora Fragariae* Roze et Cornu. la quale aveva invaso un vasto fragolaio della superficie di ben 22 pertiche, appartenente al signor Giacomo Rosso.

Per combattere tale morbo il signor Rosso irrorò i suoi fragolai con poltiglia bordolese all'1 $^{1}/_{2}$ per cento; ma il risultato, per questo anno almeno, fu quasi nullo; probabilmente perchè il rimedio venne applicato troppo tardi, quando cioè l'invasione del parassita era di già molto avanzata.

Riassunto degli esami.

a) Malattie degli alberi da frutto.

Cocciniglia del Pesco (*Diaspis pentagona* Targ.). Su peschi a Pavia (orti della città), ecc. Esami . . . . N. 10
Cotonello (*Schizoneura lanigera* Haus.) Sopra meli a Groppello Cairoli (avv. Albertario) nei dintorni di Pavia, Como (sig. Pedroni), ecc. . . . . „ 15
Scolito dei frutteti (*Scolytus rugolosus* Doebn.). In abbondanza entro gemme di molte piante di melo, in orti della città (signor Francesco Albertini) . . . . „ 5
Ruggine del Pero (*Roestellia cancellata* Rabenh.) Sopra foglie di pero mandate in esame dalla Cattedra ambulante di Pavia „ 2
Marciume dei frutti (*Monilia fructigena* Pers.). Sopra frutti di susino inviati da Novara dal prof. Patrioli e in orti di Pavia „ 10
Phyllosticta prunicola (Opiz.). Sacc. Sopra foglie di susino, orti di Pavia (sig. Albertini) e sopra foglie di ciliegio da Civenna (Como) . . . . „ 8
Puccinia Cerasi (Bereng.) Cast. Sopra foglie di grossi alberi di ciliegio di proprietà del sig. ing. Vandoni a Casteggio. „ 6
Sphaerotheca pannosa (Wallr.) Lév. In foglie di pesco da Imola, inviate dalla direzione della Scuola pratica d'agricoltura . „ 8
Cercospora Cerasella Sacc. Sopra ciliegi da Udine (prof. Bonomi), da Civenna (Como), ecc. . . . . „ 10
Hadrotrichum Populi Sacc. In foglie di peri e sopra foglie di *Acer Negundo* da S. Pellegrino (Bergamo) . . . . . . „ 10
Ovularia Citri Briosi e Farneti. Sopra frutti di limoni in Liguria e Sicilia . . . . „ 50
Fusicladium dentriticum (Wallr.) Fuck. Sopra foglie di melo, raccolte a Civenna (Como). . . . . „ 5
Clasterosporium amygdalearum (Pass.) Sacc. Sopra foglie di pesco a Civenna (Como) . . . . „ 5
Malattia incerta. Sopra frutti di fico inviatici da Stradella (sig. M. Locatelli) . . . . „ 4

Totale esami N. 148

b) Malattie di piante ornamentali.

Diaspis Sp. Sopra rametti di rosa mandati per determinazione, dal prof. Patrioli di Novara. Esami. . . . . N. 3

SPHAEROTHECA PANNOSA (Wallr.) Lév. Su foglie di *Evonymus* in numerosi giardini di Pavia . . . . N. 20

SEPTORIA DIANTHI Desm. Sopra piante di garofano mandateci dalla Cattedra ambulante di Rovigo . . . . „ 3

MICROSPHAERA EVONYMI (DC.) Sacc. Su foglie di *Evonymus* raccolte a Civenna (Como) . . . . „ 4

Totale esami N. 30

c) Malattie di piante da ortaggio.

SEPTORIA LYCOPERSICI Spegaz. In foglie di pomidoro mandate da Rimini (Cattedra ambulante d'agricoltura). Esami . . . . . . N. 5

ALTERNARIA SOLANI Sor. Su foglie di pomidoro dalla Cattedra ambulante d'agricoltura di Rimini . . . . „ 5

PERONOSPORA FRAGARIAE Roze et Cornu. Sopra piante di fragole a Voghera (sig. Rosso). . . . . „ 6

CLADOSPORIUM LYCOPERSICI Plowr. Sopra frutti di pomidoro mandatici dall'ing. Vandoni di Casteggio . . . . „ 5

GALLE DEL CAVOLO (*Ceuthorhynchus sulcicollis* Gyll.). In radici di cavoli a Pavia . . . . „ 3

SECCUME DEI MELONI [*Alternaria Brassicae* (Berk.) Sacc. forma *nigrescens* Pegl.]. Sopra foglie di poponi e di cocomeri a Groppello Cairoli (sig. Calvi). . . . . „ 6

MALATTIE INDETERMINATE. Su peperoni mandati dalla Cattedra ambulante d'agricoltura di Torino . . . . „ 7

— Peperoni invasi da micelio e mandati dalla *Comission de parassitologia* del Mexico . . . . „ 4

BACTERII. Su foglie di cavolo mandateci dalla *Comission de parassitologia* del Mexico . . . . „ 5

Totale esami N. 46

d) Malattie di piante da foraggio.

RUGGINE. [*Puccinia Baryi* (Berk et Br.) Winter]. Sopra *Brachypodium* a Pavia. Esami . . . . N. 4

OIDIUM ERYSIPHOIDES Fries. Sopra foglie di *Sulla* mandateci dal prof. A. Patrioli dell'Istituto tecnico di Novara . . . . „ 5

Totale esami N. 9

Malattie di piante diverse.

CERCOSPORA DUBBIA (Riees) Winter. Su foglie di *Chenopodium album*, nei dintorni di Pavia. Esami . . . . N. 4

RUGGINE DEI ROVI [*Phragmidium violaceum* (Schultz.) Wint.] Sopra foglie di Rovo mandateci dal sig. Carlo Remondino dell'ufficio agrario di Cuneo . . . . „ 5

CONIOTHYRIUM HELLEBORI Cooke et Mass. In foglie di Elleboro mandateci da Civenna (Como) ed altrove . . . . „ 10

STAGONOSPORA SP. Sopra foglie di Elleboro a Civenna (Como) . „ 5

SEPTORIA HELLEBORI Thuem. Su foglie di Elleboro a Civenna (Como) „ 8

ENTYLOMA FUSCUM Schroet. Su foglie di papavero mandateci dal sig. P. Dumée da Meaux (Francia) . . . . „ 5

SEPTORIA SCILLAE. West. Sopra foglie di *Muscari* dal signor P. Dumée da Meaux (Francia) . . . . „ 4

Totale esami N. 41

Relazione generale e riassuntiva sull'operosità della Stazione di botanica crittogamica di Pavia nell'anno 1902, del direttore prof. Giov. Briosi, a S. E. il ministro d'Agric., Industria e Commercio.

A questa stazione hanno mandato vegetali per esame e richiesto consigli o materiale non solo enti morali ed agricoltori italiani, ma altresì stranieri, quali ad esempio la *Comision de Parasitologia*, del Messico, il micologo dottor *Dumée*, da Meaux (Francia), il professor *Erikson*, dalla Svezia, il professor *Nomura,* dal Giappone, ecc.

Più di 2000 furono gli esami di malattie di piante che in questo anno ebbe ad eseguire il laboratorio.

Fra le nuove malattie studiate in questo periodo di tempo, ricordo una forma di ruggine delle orchidee causata da una nuova *uredinea*, l'*Uredo aurantiaca* Montemartini e un altro parassita, la *Botrytis Hormini* Farneti, causa di gravi danni alle colture delle Salvie, che venne studiata dal Farneti. Di questo micete si seguì diffusamente lo sviluppo ed il polimorfismo, e si ottennero risultati importanti non solo per la biologia di questo essere, ma altresì per la micologia in generale.

Altro oggetto di studio fu la ricerca della causa di un morbo, finora non descritto, della vaniglia *(Vanilla planifolia)* che distrusse

quasi completamente una forte piantagione di tale Orchidacea. Ci occupammo anche di un altro micete causa della *Ruggine bianca* dei limoni, nuovo malanno gravissimo per gli agrumeti della Sicilia.

Nelle rassegne semestrali si è detto per esteso quali furono le malattie più gravi comparse nell'anno; per la vite ricordo oltre alla *Fillossera*, il *Roncet*, malattia molto dannosa specie per le viti americane, la quale va sempre più estendendosi, e la *Cottis*, forma di *Clorosi* per la prima volta, (almeno in misura da attirare l'attenzione) comparsa in Italia. Nei cereali si ebbero forti invasioni di *Tilletia Tritici* (Bjerk.) Wint.; nei gelsi infierì l'*avvizzimento dei germogli* e la *Diaspis pentagona* che pur troppo, rapidamente si allarga.

Oltre a tali studi di parassitologia vegetale, questa Stazione volse la sua operosità anche alla risoluzione di problemi che interessano l'anatomia e la fisiologia vegetale, la sistematica e la distribuzione geografica delle crittogame; i risultati di questi studi trovansi consegnati in memorie pubblicate in parte nel volume VII degli *Atti dell'Istituto*, di già reso pubblico, ed in parte nel volume VIII che è in corso di stampa; volumi, uno di quasi 400 pagine, l'altro che supererà le 500, ambedue corredati di molte tavole illustrative.

Nel corrente anno l'Istituto nostro si propone il seguente programma di studi:

Esperienze sopra la fisiologia della foglia; sullo sviluppo e polimorfismo di alcuni funghi parassiti; sull'anatomia fisiologica della radice e del fusto (continuazione); sull'assimilazione clorofilliana dei vegetali (continuazione); sulla ricerca microchimica e la diffusione del fosforo nelle piante (continuazione), oltre agli studi sulla flora crittogamica e fanerogamica della regione.

Riassunto generale delle ricerche fatte nell'anno 1902.

Malattie	della vite	Esami N.	630
Id.	dei cereali	„	106
Id.	del gelso	„	320
Id.	di altre piante industriali	„	104
Id.	degli alberi da frutto	„	274
Id.	di piante ornamentali	„	74
Id.	di piante da ortaggio	„	80
Id.	di piante da foraggio	„	27
Id.	di piante diverse	„	66
Determinazione di piante ed informazioni varie		„	362
		Totale esami N.	2043

Personale del Laboratorio crittogamico.

Prof. Giovanni Briosi, *direttore.*
Farneti Rodolfo, *assistente.*
Turconi Malusio, *assistente straordinario.*

Prestarono l'opera loro:
Il sig. dott. Gino Pollacci, *conservatore dell'orto botanico.*
Il sig. dott. Emilio Cazzani, *assistente all'orto botanico.*

Frequentarono il Laboratorio crittogamico durante l'anno 1902:

1° Il sig. dott. Luigi Buscalioni, libero docente di botanica all'Università di Pavia.

2° Il sig. dott. Luigi Montemartini, libero docente di botanica all'Università e deputato al Parlamento Nazionale.

3° Il sig. dott. Giovanni Battista Traverso, assistente all'orto botanico di Padova.

4° La signorina dott. Giuditta Mariani, professoressa alle Scuole normali.

5° Il sig. dott. Angelo Magnaghi, assistente volontario.

6° Il sig. dott. Luigi Scotti, prof. alle Scuole tecniche di Mortara.

7° La signorina Ada Lambertenghi, studente in scienze naturali.

8° Il sig. Luigi Maffei, studente in scienze naturali.

9° Il sig. Giovanni Bianchi, id., id.

Pubblicazioni del personale dell'Istituto durante l'anno 1902.

G. Briosi. *Atti dell'Istituto botanico di Pavia*, serie II, vol. VII (con 356 pag., 20 tavole ed 1 ritratto). — Milano, Rebeschini, 1902.

— *Rassegna crittogamica* del 1° e 2° semestre 1902, in *Bollettino di notizie agrarie.* — Roma, 1902.

— *Intorno ad un nuovo tipo di licheni a tallo conidifero che vivono sulla vite, finora ritenuti per funghi*, con 2 tavole a colori (in collaborazione con R. Farneti), in *Atti dell'Istituto botanico di Pavia*, serie II, vol. VIII, 1902.

— *Sopra una grave malattia che deturpa i frutti del limone in Sicilia.* Nota preliminare (in collaborazione con R. Farneti), in *Atti dell'Istituto botanico di Pavia*, serie II, vol. VIII, 1902.

L. Buscalioni. *Sulle modificazioni provocate da processi di mercerizzazione nei filati di cotone* (con 2 tavole), in *Atti dell'Istituto botanico di Pavia*, vol. VII, 1902.

L. Buscalioni. *Contribuzione allo studio della diffusione degli joni,* con una tavola (in collaborazione col dott. A. Purgotti), nel vol. IX degli *Atti dell'Istituto botanico di Pavia*, 1902.

— *Le antocianine ed il loro significato biologico nelle piante.* Nota preliminare, negli *Atti del Congresso botanico di Palermo* (in collaborazione col dott. Gino Pollacci), 1902.

L. Montemartini. *Contributo all'anatomia delle Aristolochiaceae*, con 5 tav., negli *Atti dell'Istituto botanico di Pavia*, vol. VII, 1902.

— *Nuova Uredinea parassita delle Orchidee*, con una tavola, negli *Atti dell'Istituto botanico di Pavia*, vol. VIII, 1902.

G. Pollacci. *Intorno all'assimilazione clorofilliana.* Ulteriori ricerche di fisiologia vegetale (II memoria), con 3 tavole, in *Atti dell'Istituto botanico di Pavia*, vol. VIII, 1902.

— *Le antocianine ed il loro significato biologico nelle piante.* Nota preventiva (in collaborazione col dott. L. Buscalioni), in *Atti del Congresso botanico di Palermo*, 1902.

— *L'assimilation chlorophyllienne*, in *Archives italiennes de biologie*, tome XXXVII, fasc. III, 1902.

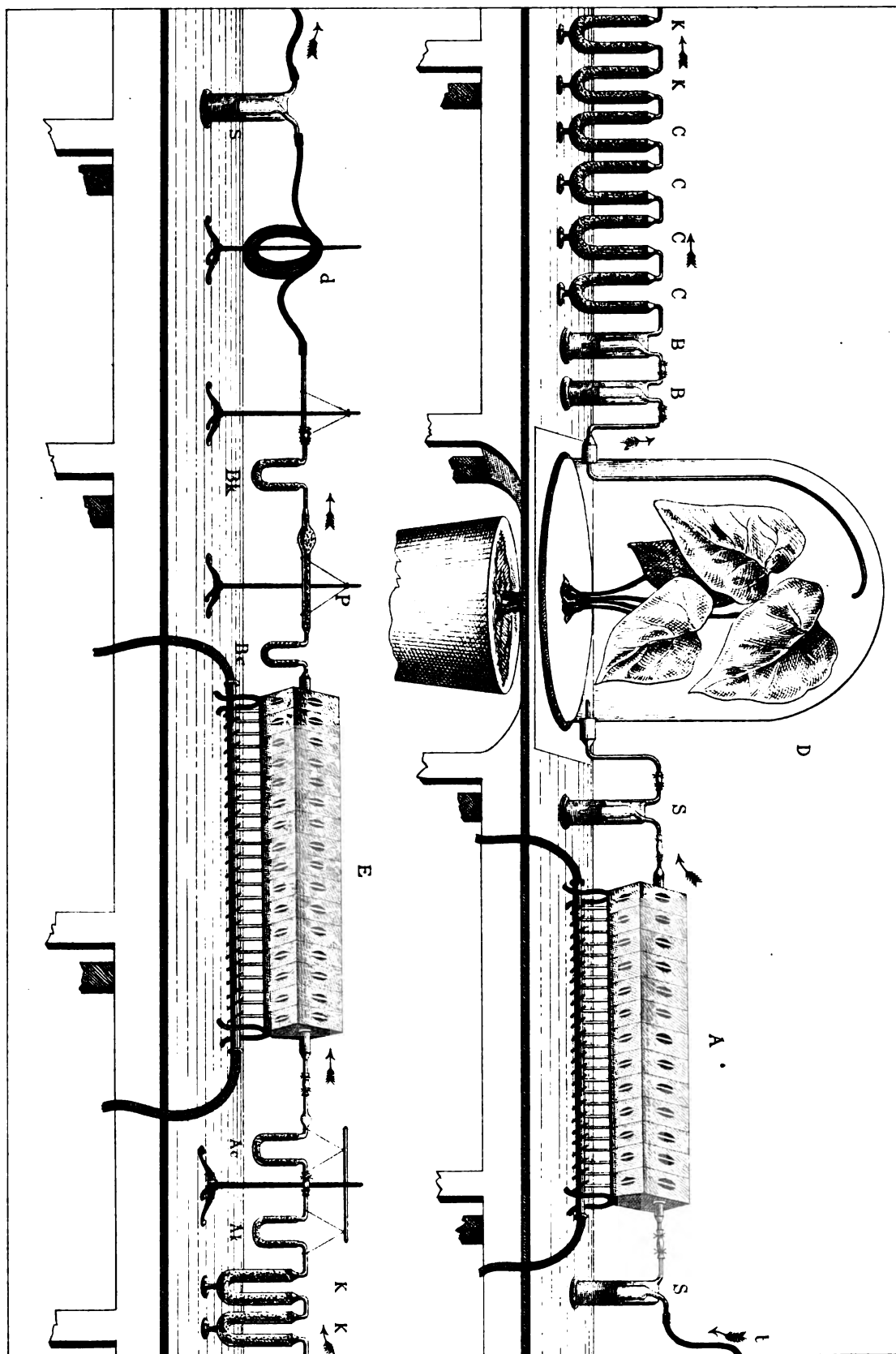
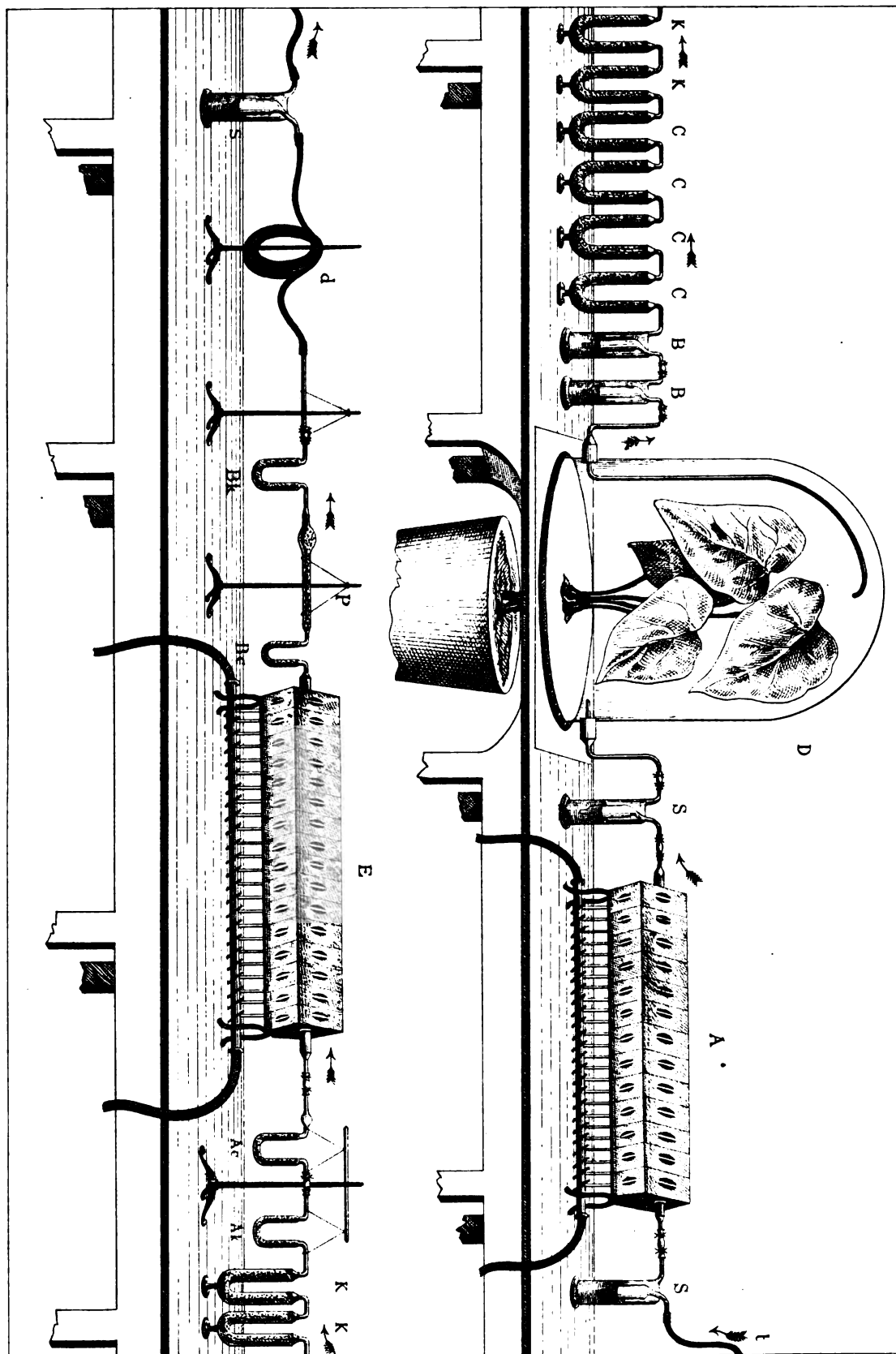
— *Recensione critica al lavoro* del prof. L. Macchiati, *Sulla fotosintesi operata fuori dell'organismo vivente*, nel *Nuovo giornale botanico italiano*, 1902.

R. Farneti. *Intorno allo sviluppo ed al polimorfismo di un nuovo micromicete parassita* (con 4 tavole), in *Atti dell'Istituto botanico di Pavia*, vol. VII, 1902.

— *Intorno ad un nuovo tipo di licheni a tallo conidifero che vivono sulla vite, finora ritenuti per funghi*, con 2 tavole (in collaborazione col prof. G. Briosi), negli *Atti dell'Istituto botanico di Pavia*, vol. VIII.

— *Sopra una grave malattia che deturpa i frutti del limone in Sicilia.* Nota preliminare (in collaborazione col prof. G. Briosi), in *Atti dell'Istituto botanico di Pavia*, vol. VIII, 1902.

A. Magnaghi. *Contribuzione alla conoscenza della micologia ligustica*, in *Atti dell'Istituto botanico di Pavia*, vol. VIII.

G. Mariani. *Intorno all'influenza dell'umidità sulla formazione e sullo sviluppo degli stomi nei cotiledoni*, in *Atti dell'Istituto botanico di Pavia*, vol. VIII, 1902.

G. Pollacci, Assimilazione vegetale.

Lit. Succ. E. Bruni - Pavia

L'Autore delineò

G. Pollacci, Assimilazione vegetale. Lit. Succ. E. Bruni - Pavia L'Autore delineò

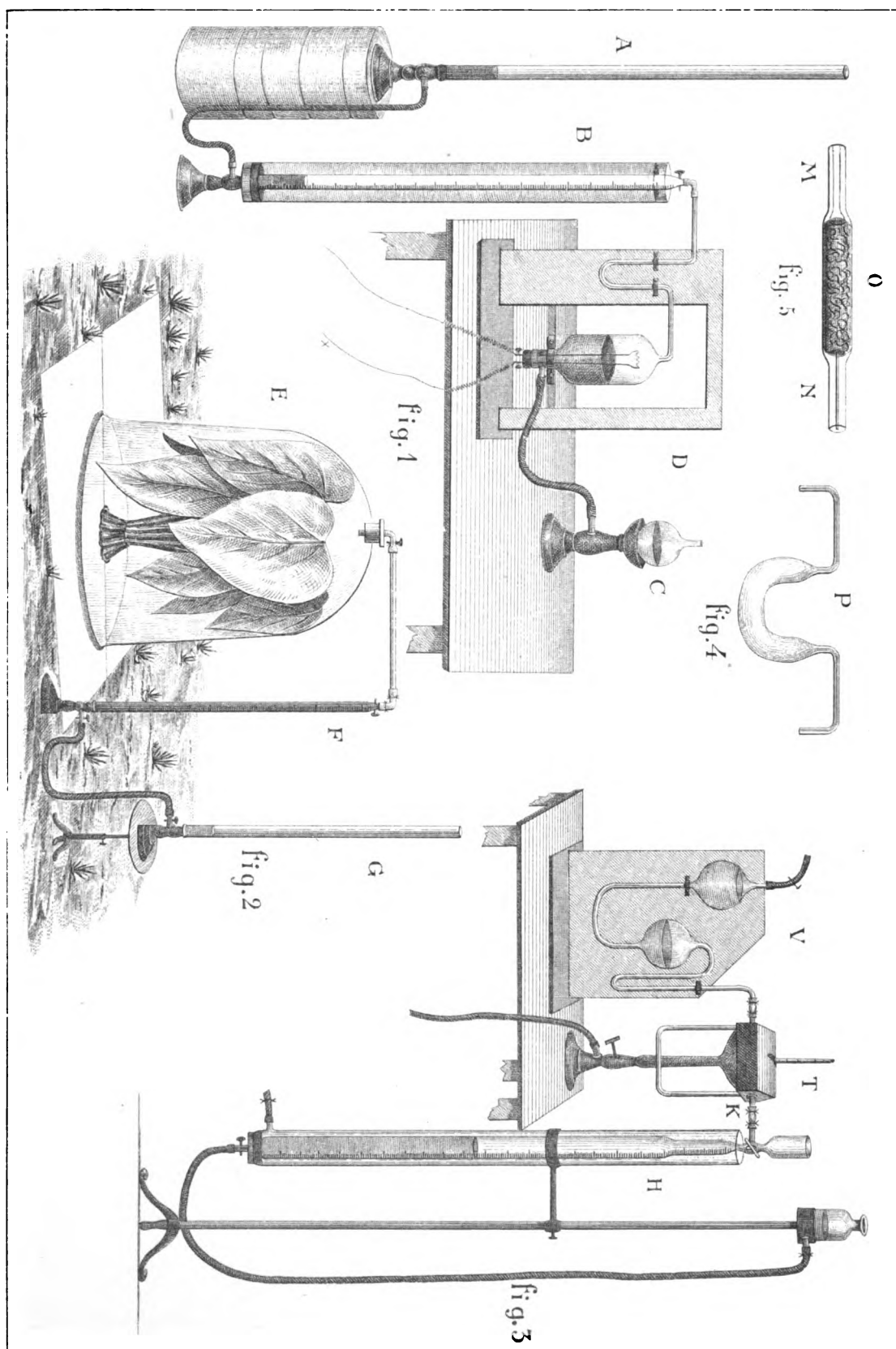
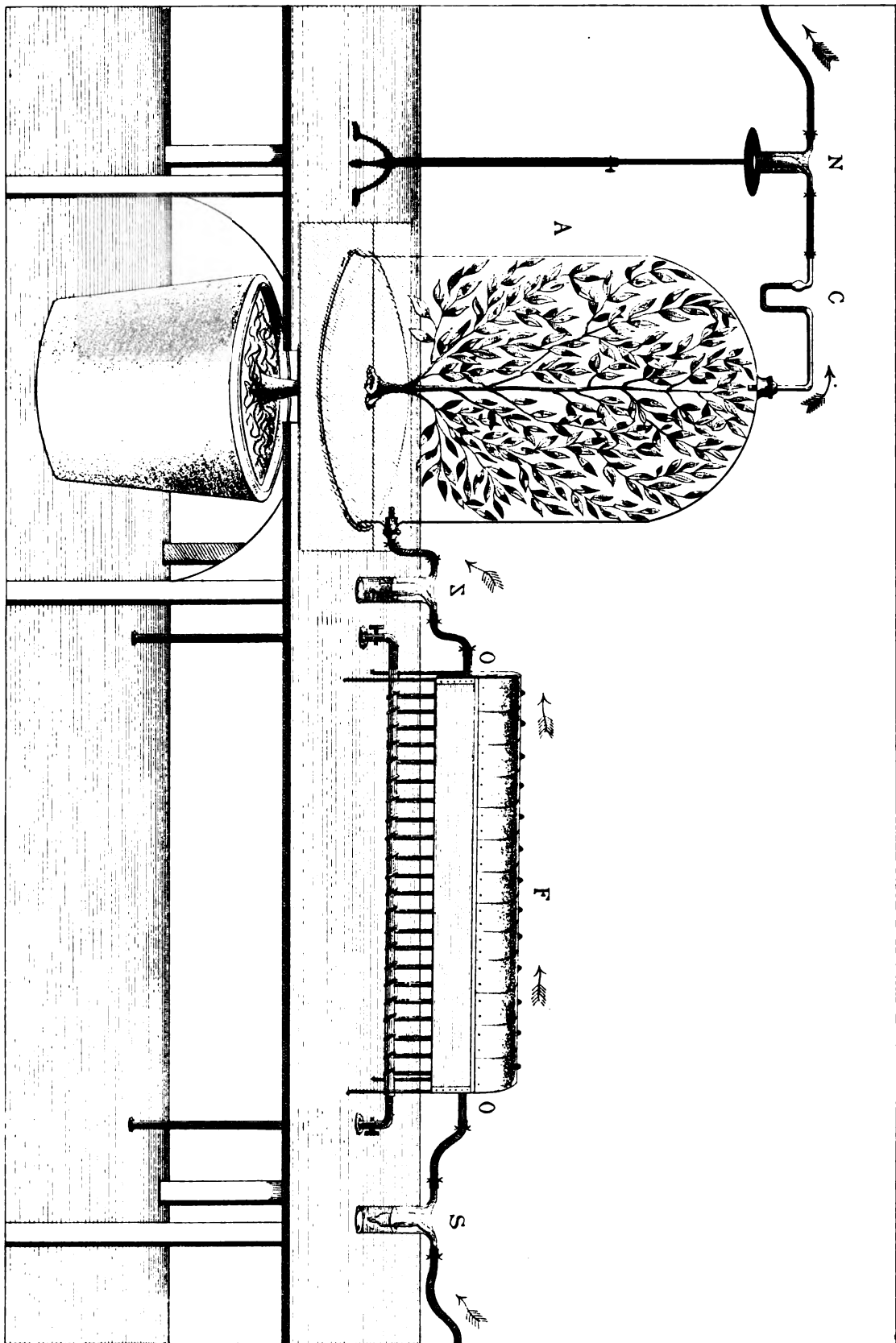
fig. 1

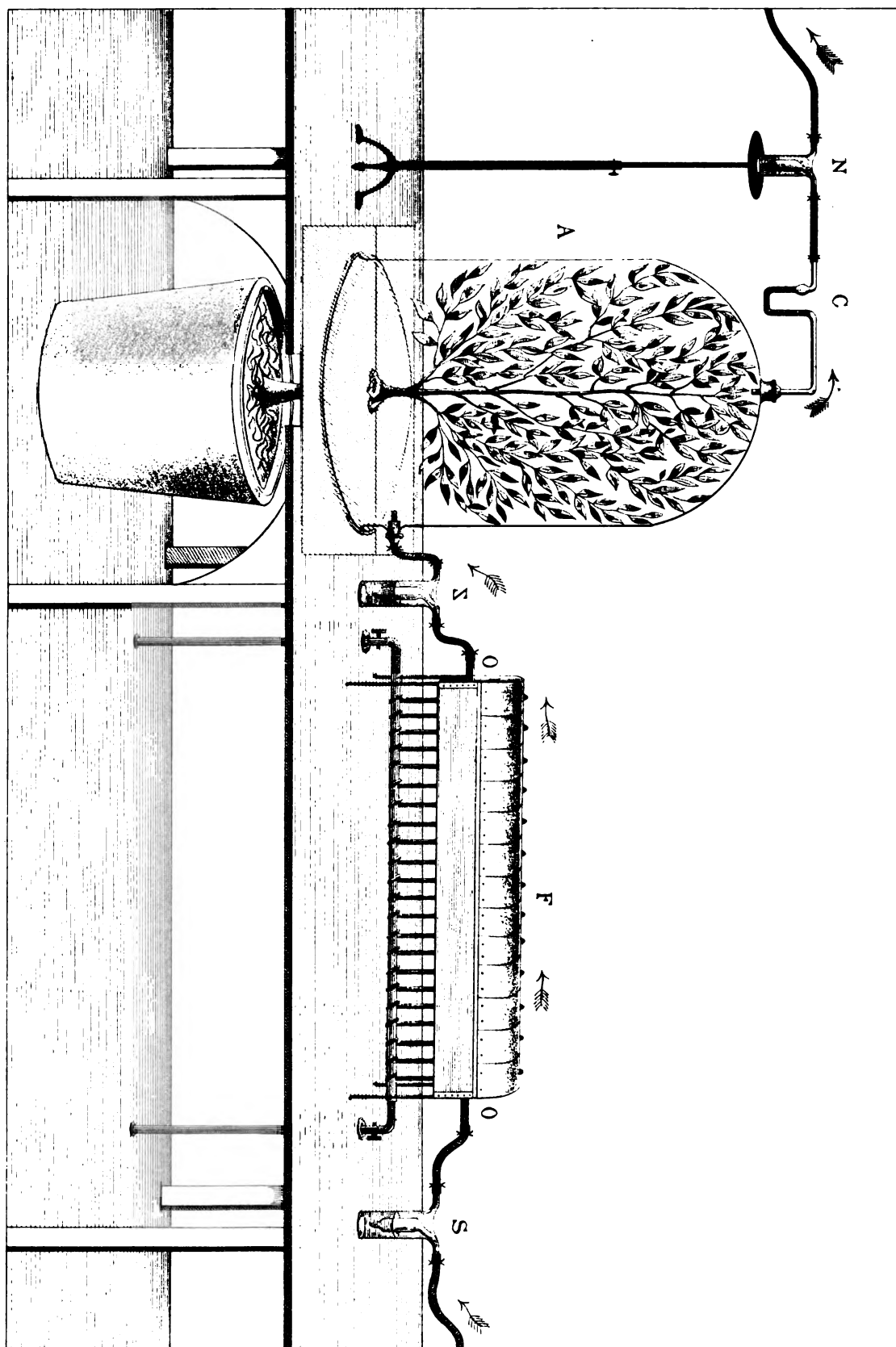
fig. 2

fig. 3

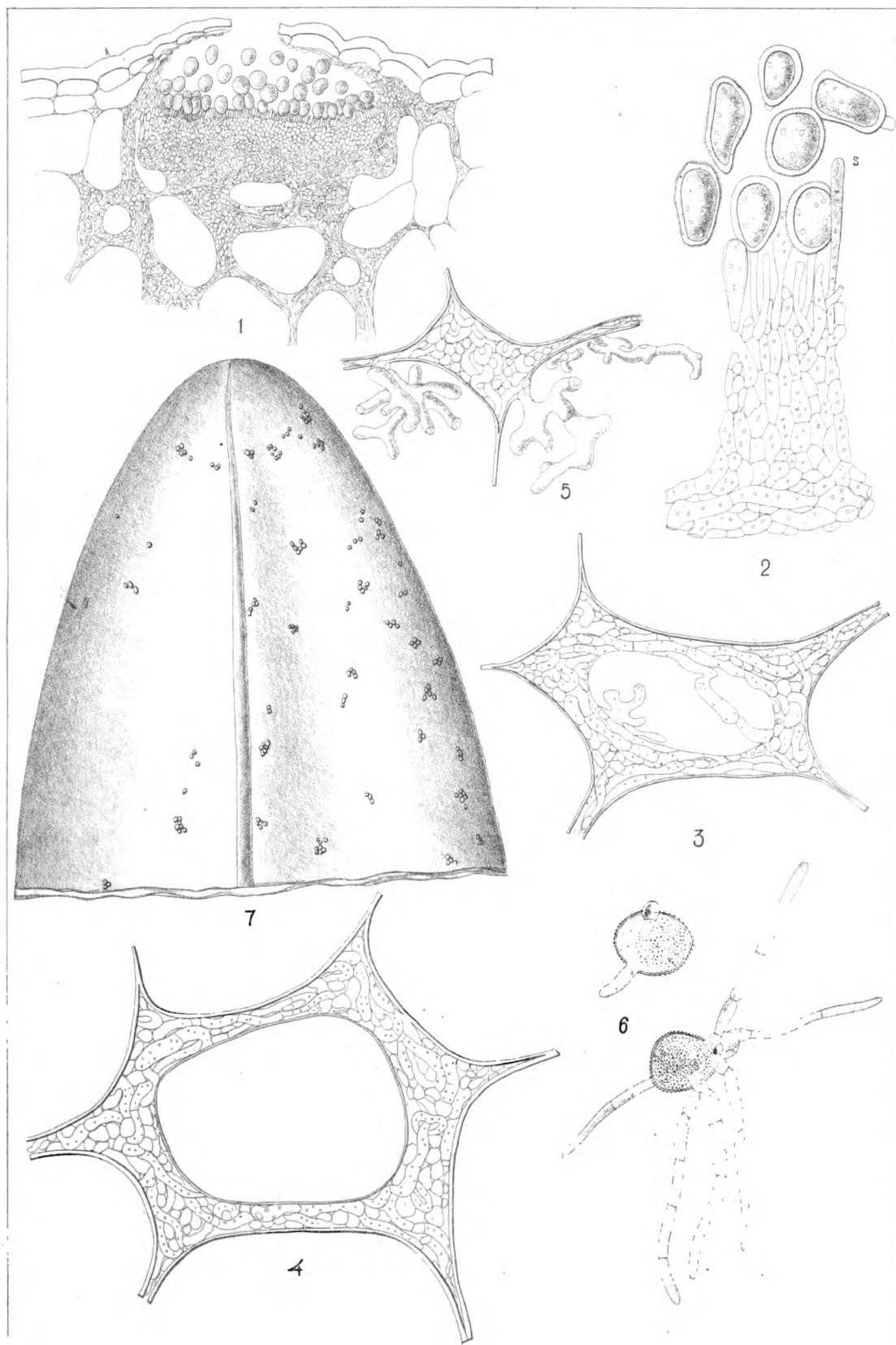
fig. 4

fig. 5

G. Pollacci. Assimilazione vegetale. Lit. Succ. E. Bruni - Pavia L'Autore delineò

G. Pollacci. Assimilazione vegetale.

Lit. Succ. F. Bruni - Pavia

L'Autore delineò

G.Pollacci. Assimilazione vegetale

Lit.Succ F. Bruni-Pavia

L'Autore delineò

L'autore del. L.t Succ. E. Bruni Pavia. L. Montemartini: Uredo aurantiaca

G Briosi e R Farneti - Lichene gelatinoso della Vite   Lit Succ Bruni Pavia   Gli Autori delinearono

G. Briosi e R. Farneti Lichene gelatinoso della Vite Lit. Succ. Bruni Pavia Gli Autori delinearono

Gli Autori del. Lit. Tacchinardi & Ferrari. Pavia. Buscalioni e Pollacci _ Le Antocianine.

Gli Autori del. Lit. Tacchinardi & Ferrari. Pavia. Buscalioni e Pollacci _ Le Antocianine.

Gli Autori fotogr. PAVIA – PREM. FIID ... BUSCALIONI E POLLACCI - LE ANTOCIANINE

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
A
A
Fig. 11.
Fig. 9.
Fig. 10
Fig. 12.

Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

Gli Autori fotogr. PAVIA – PREM. ELIOTIPIA FRAT. FUSI

Gli Autori fotogr. PAVIA - PREM. ELIOTIPIA FRAT. FUSI

Gli Autori del. Lit. Tacchinardi & Ferrari, Pavia. Buscalioni e Pollacci – Le Antocianine.

Gli Autori del. Lit. Tacchinardi & Ferrari - Pavia. Buscalioni e Pollacci _ Le Antocianine.

Gli Autori del. Lit. Tacchinardi & Ferrari. Pavia. Buscalioni e Pollacci _ Le Antocianine.

Gli Autori del. Lit. Tacchinardi a Ferrari. Pavia. Buscalioni e Pollacci - Le Antocianine.

Gli Autori del. Lit. Tacchinardi & Ferrari, Pavia. Buscalioni e Pollacci _ Le Antocianine.

Far. ad nat. del.

R. Farneti. Malattie frutti del fico.

Farneti dal vero del. Lit. [illegible] Pavia. R. Farneti. Muffe dei frutti del Fico.